

233/14

NÉPSZERŰ
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
KÖNYVTÁR

14. - 16.

DR. BALLENEGGER RÓBERT

A
TERMŐFÖLD
HIBÁI



M. K. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

NO
B

Inklud. d. 233 / 14

NÉPSZERŰ TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖNYVTÁR

14.

A TERMŐFÖLD HIBÁI

ÍRTA:

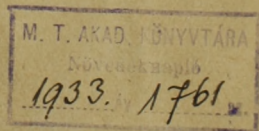
DR. BALLENEGGER RÓBERT

56 képpel.



KIADJA A KIRÁLYI MAGYAR TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
BUDAPEST, 1933

109972



TARTALOMJEGYZÉK.

Bevezetés	5
1. Az agyagos föld szerkezete	7
2. A humusz	17
3. A humusz pótlása	21
4. A cserepes kultúrák földje	27
5. A termőföld reakciója	34
6. A mész szerepe a termőföldben	50
7. A túlsok mész okozta sárgaság	55
8. A termőföld meszézése	60
9. A termőföld gipszezése	68
10. A termőföld és a víz	73
11. A termőföld és a levegő	82
12. A termőföld hőmérséklete	89
13. A gyümölcsfák talajigényei	95
14. A termőföld apró élőlényei	110
15. A termőföld beoltása	126
16. A termőföld fertőtlenítése	139
17. Mérgek a termőföldben	152
18. A tápanyagok hiánya	170
Irodalom	189
Betűrendes tárgymutató	190





BEVEZETÉS.

Talán nincs a természetnek még más olyan jelensége, amely az emberiség létét olyan nagy mértékben befolyásolná, mint a föld terméseinek évente való megismétlődése. Érthető ennél fogva, hogy már az ókor emberének is foglalkoztatta képzelőtehetségét az a kérdés, hogy miért terem a föld? Mi történik benne az elvetett maggal és mikép látja azt el a föld táplálékkal? Vajjon nem merül-e ki idővel a földnek az a csodálatos képessége, amelyet termékenységnek nevezünk? és ha kimerül, hogyan állíthatjuk azt vissza? Ezek a kérdések sok kiváló filozófus elméjét foglalkoztatták már a klasszikus ókorban is; az újkorban, az emberiség nagyarányú gyarapodásának korában, e kérdések még nyertek jelentőségben.

Kielégítő feleletet e kérdésekre csak a legújabb idők kutatásai adtak. Még száz évvel ezelőtt, amikor LIEBIG „*A vegytan alkalmazása a földművelésre és az élettanra*” című híres könyvét írta, a termőföldet élettelen tömegnek tekintették, amelynek nincs más feladata, mint hogy a növény gyökerének helyet adjon és azt vízzel, foszforral, kálival és néhány más kisebb jelentőségű anyaggal ellássa. Ezekből az ásványos anyagokból a talaj bizonyos mennyiséget tartalmaz, a gazdag talajok többet, a soványak kevesebbet; minden termés kivesz ezekből az anyagokból egy bizonyos mennyiséget, ha azt nem pótoljuk, idővel menthetetlenül bekövetkezik a talaj kimerülése, az egykor dúsán termő föld sivataggá válik.

Ma a termőföldet nem nézzük ilyen szűk szemszögből; a termőföldben a természetnek egy állandóan változó képződményét látjuk, amelyet sok tekintetben az élő



lényhez hasonlítunk. A termőföldben, akár csak az élőlényekben, megkülönböztetünk különböző feladatokat végző részeket, amelyeknek működése egymással szoros összefüggésben van.

Beszélünk a talaj vázáról, amely apró ásványszilánkokból, homok- és kőliszt-szemekből áll. Ez a váz igen állandó természetű, hosszú időken át alig változik. A vázat egy igen apró részekből álló, sajátos tulajdonságokkal rendelkező bevonat tartja össze. Ez a bevonat, amely igen bonyolódott összetételű vegyületekből, agyagból és humusból áll, a talajnak olyan alkotórésze, amelynek sajátosságai állandóan változnak. E sajátos bevonat összetartotta vázrészek között a termőföldben levegő és víz kering, két olyan alkotórész, amely épp olyan lényeges tényezője a termékenységnek, mint a különböző sók, amelyeket a növény tápanyagainak nevezünk.

A tápanyagok egy kisebb része a termőföldben keringő nedvességben van feloldva, nagyobb része azonban a vázrészeket borító bevonat részecskéihez van kötve, amelyet ezért a termőföld éléskamrájának is nevezhetünk.

A termőföld rendkívül gazdag, apró lényekből álló állat- és növényvilágot rejt magában; ezek minden szerves anyagot, amely a földbe kerül, felhasználnak megélhetésük céljaira olyan módon, hogy azt egyszerű összetételű vegyületekre bontják szét. Ezek közt fontos növényi tápanyagok is vannak, amelyekből először a a talaj apró lakói veszik ki részüket; a főleg a növények rendelkezésére áll, részben a talajnedvességben oldva, részben a talaj éléskamráiba elzárva. Ezeket az apró lényeket a talaj emésztő szerveinek tekinthetjük; működésük a legszorosabban összefügg a talaj nedvkeringésével és légzésével; a nedvkeringés és a légzés viszont azon múlik, hogy milyen a talaj váza és milyen állapotban van a vázat összetartó bevonat.

Ennek a sokféle működésnek az eredménye az, amit a talaj termékenységének nevezünk. Ha e sokféle működés

zavartalanul folyik, a termékenység magas fokú; ha azonban bármelyik szerv működésében zavar áll elő, a termékenység csökken, sőt nagyobb fokú zavarok terméketlenséget is okoznak.

Ebben a kis könyvben azokkal a zavaró körülményekkel ismerkedünk meg, amelyek a talaj termékenységét kedvezőtlenül befolyásolják. Megismerjük a bajok okozóit és foglalkozunk az orvoslás módjaival is.

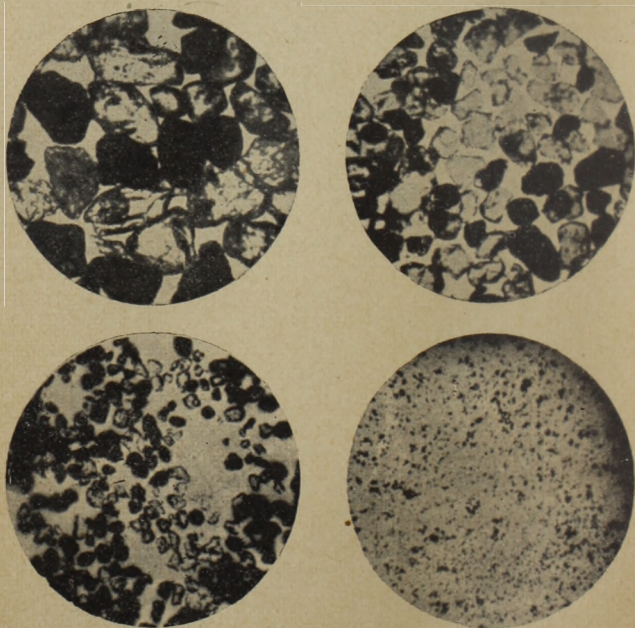
1. Az agyagos föld szerkezete.

Ha egy jóminőségű szántóföld talaját figyelmesen megsejleljük, azt látjuk, hogy laza morzsák halmazából áll. A morzsák igen különböző nagyságú részecskékből állnak, amiről könnyen meggyőződhetünk úgy, hogy egy kevés földet vízzel összerázunk. A víz és a rázás hatására a talaj részecskéi elválnak egymástól, zavaros folyadékot u. n. szuszpenziót kapunk, amely idővel megtisztul, mert a benne lebegő apró részecskék súlyuknál fogva az edény aljára szállnak le. Minél durvábbak a részecskék, annál hamarabb ülepednek le. Ezt a sajátságukat felhasználhatjuk arra, hogy őket egymástól nagyság szerint elválasszuk. Ez az alapja az iszapolásnak nevezett eljárásnak, amellyel a talajt alkotó apró részecskéket nagyságuk szerint bizonyos csoportokba osztályozva megkaphatjuk.

A durvább részecskéket homokszemeknek nevezzük, ide soroljuk azokat az ásványos szemecskéket, amelyek átmérője 2 mm és 0.02 mm közt van. A homokszemecskéket további két csoportba szokás osztályozni; durva homokszemeknek nevezzük azokat, amelyeknek átmérője 0.2 mm-nél nagyobb. Az ilyen nagy homokszemek között a víz könnyen mozog, ezek vizet jól áteresztő homoktalajokat alkotnak. A 0.2 mm-nél kisebb átmérőjű homokszemeket finom homoknak nevezzük.

zük, ezek a vizet lassan bocsátják át; ha az ilyen finom homokszemekből álló talajréteg elég vastag, vizet rekesztő réteget alkot. Már nem érezzük homokos tapintásúnak azokat a részecskéket, amelyek átmérője 0.02 és 0.002 mm közt van. Az ilyen finom ásványos részecskéket kőlisztnek mondjuk, köztük a víz rendkívül lassan mozog és a fűfélék hajszálgökörei sem találhatnak helyet.

A homok- és a kőliszt szemcsék apró ásványszilánkokból állnak, ezek alkotják a talaj vázát (1. kép).



1. kép. A talaj vázrészeit alkotó ásványszilánkok ($32\times$ nagyítás). Fent durva homok, lent finom homok és kőliszt, az agyagszemcsék ennél a nagyításnál nem láthatók.

A talaj váza az idők folyamán csak igen kis mértékben változik, ellentétben azzal az igen finom részekből álló bevonattal, amely a vázrészeket szemcsékké, morzsákká tapasztja össze. E bevonat részecskéi igen finomak, átmérőjük 0.002 mm-nél kisebb. Az ilyen finom apró ásványos részecskéket agyagoknak nevezzük. Az agyagnak olyan lényeges új sajátságai vannak, amilyeneket a talaj vázrészeinél nem találunk, ezek az apró részecskék ugyanis kolloid sajátságokkal vannak felruházva. Ilyen kolloid sajátság a BROWN-féle molekuláris mozgás; ha egy vízcseppet, amelyben agyagos részecskék lebegnek, mikroszkóp alatt nézünk, az agyagos részecskéket élénk mozgásúaknak látjuk. A mozgás törtvonalú, és ha az élénk mozgású apró részecskék egymáshoz ütődnek, egymást eltaszítják. Ha azonban a vízbe egy kis sókristályt teszünk, az apró agyagos részecskék nagy pelyhekké tapadnak össze.

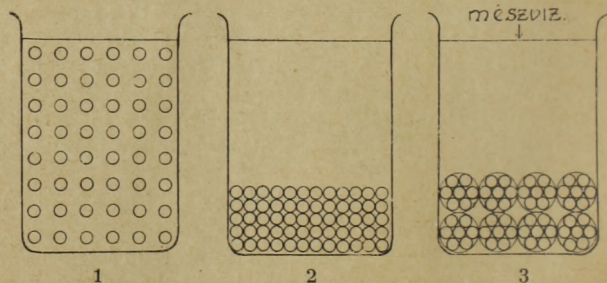
Az agyag lebegő részecskéi tehát a vízből kisózhatók.

Ennek a jelenségnek a talajban rendkívüli jelentősége van. Törvényei igen egyszerű kísérletekkel tanulmányozhatók.

Tegyünk egy csészébe egy maréknyi agyagos talajt, dörzsöljük szét tiszta eső vagy desztillált vízzel és ülepités után öntsük át a zavaros folyadékot nagyobb pohárba. Ismételjük ezt meg addig, amíg a talaj már nem teszi többé zavarossá a vizet. Ekkor a csészében visszamaradtak a talaj durvább részei, míg az agyag a finomabb részekkel a pohárba került. A pohárban levő folyadék igen sokáig zavaros marad, mert az agyagos részecskék kicsinységük miatt a vízben sokáig lebegnek. Ha azonban a zavaros folyadékhoz kevés mésvizet öntünk, akkor pár percen belül azt észleljük, hogy az agyag szabad szemmel látható nagy pelyhekké tömörödik és rövid idő alatt leülepedik az edény aljára, a fölötte levő folyadék pedig kitisztul.

Az agyag a mész hatására koagulálódott*) (2. kép).

Az agyag kicsapására nem kell sok mész. SCHLOESING kísérletei szerint az olyan vízből, amelynek literében 200 mg mész van, az agyag rögtön kiválik; 100 mg meszet tartalmazó víz már jóval lassabban hat, ebben a teljes kicsapódáshoz több napra van szükség; míg ha a víz csak 50 mg meszet tartalmaz, a mész hatástalan, az agyagot nem csapja ki. Ezek a kísérletek azt bizonyítják, hogy



2. kép. Vízben felrázott agyagszemcskék (1.) viselkedése tiszta vízben (2.) és mészvíz hatására (3.).

az agyag koagulációja csak akkor következik be, ha a koaguláló só töménysége egy bizonyos küszöbértéket meghalad. A mész sóinak ez a küszöbértéke alacsony, a mész sói erőteljes koagulálók. De nemcsak a mész sói, hanem az összes fémek sói koagulálnak, különbséget csak a küszöbérték nagyságában találunk. Igen erős koagulálók a háromvegyértékű fémek sói, p. o. a vas és az aluminium sói, utánuk sorrendben a kétvegyértékű fémek, a kalcium és a magnézium sói következnek, míg az egyvegyér-

*) Koagulálás alatt azt értjük, hogy a vízben finoman elosztott szilárd anyag apró részecskéi nagyobb halmazokká tapadnak össze, ellentéte a diszpergálás.

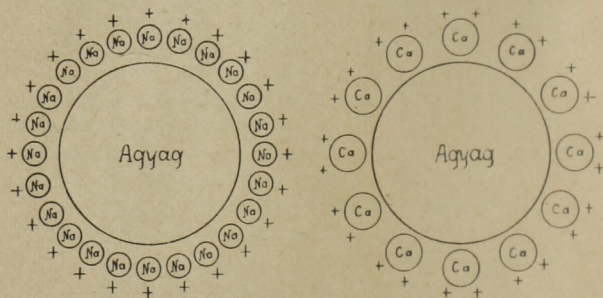
tékű fémek, a kálium és a nátrium sóinak a küszöbértéke igen magas.

A sók koaguláló hatásával elválaszthatatlanul összefügg a bázis elnyelésének nevezett jelenség. Ha a talajból iszapolással elkülönített agyagos részeket az elektromos áram hatásának tesszük ki, azt látjuk, hogy az agyag részecskéi az elektromos árammal vándorolnak és a pozitív sarkon kiválnak. Az elektromos áram segítségével az agyagot igen tisztán, bázisoktól mentesen állíthatjuk elő. Ha már most a tiszta agyagot só oldatával, pl. konyhasó (nátriumklorid, Na Cl) oldattal rázzuk össze és összerázás után az oldat összetételét megvizsgáljuk, azt látjuk, hogy az oldat kevesebb nátriumot tartalmaz, mint a kísérlet kezdetén, a kolloid agyag nátriumot nyelt el. Ha az agyagot friss sóoldattal hozzuk össze, újból elnyel bizonyos mennyiségű nátriumot, ha kevesebbet is, mint az első összerázáskor. Ismételten friss sóoldattal összehozva az agyagot, elérhetjük azt, hogy az agyag már nem nyel el több nátriumot s ekkor azt mondjuk, hogy az agyagot nátriummal telítettük.

Ha már most az így előállított nátriumagyagot valamely más só oldatával, pl. kalciumklorid [CaCl_2] oldatával hozzuk össze, azt látjuk, hogy az agyag bizonyos mennyiségű kalciumot nyel el; az elnyelt kalcium helyett az oldatban nátrium jelenik meg és pedig pontosan egyenértékű mennyiségben, vagyis, miután a kalcium kétvegyértékű fém, minden elnyelt kalciumatóm helyett két nátriumatómot kapunk, a nátrium egyvegyértékű fém lévén. Ismételten friss sóoldattal való összerázás útján elérhetjük azt, hogy az összes nátriumot kalciummal cseréljük ki, vagyis a nátriumagyagból kalciumagyagot állíthatunk elő (3. kép).

A nátriumot azonban nemcsak kalciummal, hanem bármely más fémmel kicserélhetjük, a folyamat lényegében ugyanúgy megy végbe, eltérést csupán abban találunk, hogy az egyes fémek becserélődési

energiája eltérő. Az egyes fémek becserélődési energiájának különbözőségéről az alábbi táblázat adatai tájékoztathatnak. Ez a táblázat GEDROIZ-nak, egy orosz talajkutatónak munkájából való és azt tünteti fel, hogy egy báriummal telített agyag miként viselkedett különböző fémek sóinak hatására. A számok azt mutatják, hogy híg sóoldatok hatására mennyi bárium cserélődött



Nátrium agyag

Kalcium agyag

3. kép. Nátriummal, illetőleg kalciummal telített agyagszemecske.

ki ezer rész talajból. A kísérletekben az egyes fémek sósavas sói szerepeltek.

Egyvegyértékű fémek		Kétfégyértékű fémek		Háromvegyértékű fémek	
Lithium ..	0.522	Magnézium	1.058	Aluminium	2.291
Nátrium ..	0.625	Kalcium ..	1.400	Vas	2.492
Kálium ...	0.932				
Rubidium .	1.062				

E táblázat értékeiből az tűnik ki, hogy a becserélődési energia a fémek vegyértékével növekszik, az egyenlő vegyértékű fémek esetében pedig a nagyobb atómsúlyú fémnek nagyobb a becserélődési energiája. Az egyvegy-

értékű nátrium becserélődési energiája csak fele a kétvegyértékű kalciuménak.

Az agyag fizikai sajátságai lényegesen függenek az agyag víztartalmától. Ha az agyagot megnedvesítjük, kiterjed; kiszáradáskor az agyag ismét összehúzódik és eközben megrepedezik. Az agyag sok vizet képes magába venni és visszatartani, ami szintén kolloid sajátságaival függ össze. Az agyag által visszatartott víz mennyisége és az agyag átnedvesedéskori megduzzadása a kolloid sajátságok mértékéül is szolgálhat.

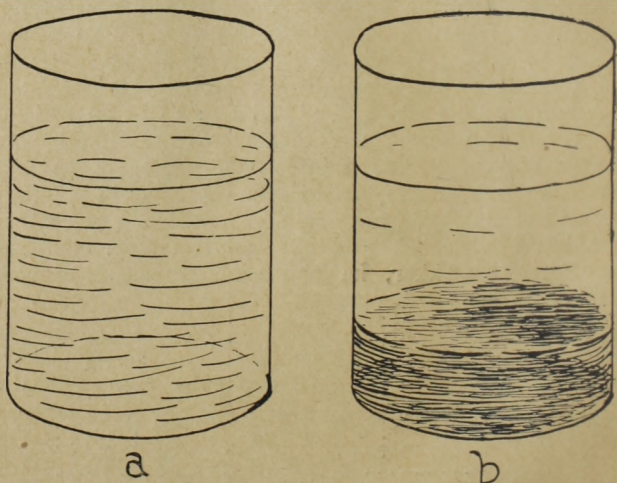
Az agyagnak e kolloid sajátságai és az elnyelt fém természete közt szoros összefüggés van. Ennek megvilágítására szintén GEDROIZ egyik kísérlet-sorozatának eredményeit idézem. Az alábbi táblázat adatai azt mutatják, hogy miként módosult egy agyagos talajnak a vízfelvétele és a vízfelvétel által előidézett megduzzadása akkor, ha benne az elnyelt fémeket a kísérletező mással cserélte ki.

	Vízfelvétel (100 g talaj által visszatartott víz)	Megduzzadás (100 cm ³ talaj tér- fogát növekedése)
Nátriumagyag	106 gr	47 cm ³
Ammoniumagyag	78 „	24 „
Káliumagyag	73 „	19 „
Kalciumagyag	71 „	17 „
Aluminiumagyag	63 „	6 „

A talaj kolloid sajátságai és az elnyelt fém természete közt tehát szoros összefüggés van.

Ezt az összefüggést még világosabban láthatjuk, ha megvizsgáljuk egy kalciumagyagnak és a belőle előállított nátriumagyagnak finomabb, ú. n. ultramechanikai összetételét. A bemutatott adatok szintén GEDROIZ munkájából valók; a kísérletező egy jó fekete földnek altalajából indult ki, amely főleg kalciumot tartalmazott elnyelve. A kalciumot nátrium

ellenében cserélte ki oly módon, hogy 10 g talajt 200 cm^3 5%-os konyhasóoldattal rázott össze. Ekkor az elnyelt kalcium egy része feloldódott és helyette nátrium cserélődött be. A felrázott talaj a tömény sóoldatból hamarosan leülepedett. A leöntött konyhasó helyébe frissset öntve, a kicserélődés tökéletesebbé lett és ismételt friss



4. kép. Az agyag viselkedése híg (a) és tömény (b) sóoldatban.

sóoldat alkalmazásával az eredeti kalciumagyag nátrium-agyaggá alakult át. Amikor ez megtörtént, a kísérletező megpróbálta a sót kimosni az agyagból. Evégből a leöntött sóoldat helyébe tiszta vizet öntött, a talaj leülepedése után pedig az így felhígított sós vizet újból tiszta vízzel pótolta. De nem jutott messzire, mert háromszori felhígítás után, amikor a sóoldat töménysége 0.1%-ra csökkent, az agyag többé nem ülepedett le, hanem kocsonyás tömeggé duzzadt, amely a vízzel egynemű tömeget alkotott (4. kép).

Lássuk ennek a kocsonyás anyagnak összetételét és hasonlítsuk össze az eredeti talaj összetételével.

A talajok mechanikai összetétele :

	Finom homok átm. mm 0,25—0,01	Kőliszt 0,01—0,001	Agyag 0,001-nél kisebb
Kalciumagyag (eredeti talaj)	15·2%	42·1%	39·9%
Nátriumagyag	13·0%	24·8%	59·8%

Az agyagos résznek összetétele :

átm. $\mu^1)$	1,0—0,54	0,54—0,40	0,40—0,28	0,28—0,22	0,22-nél kisebb
Kalciumagyag	26·6%	52·0%	10·0%	3·0%	3·3%
Nátriumagyag	4·5%	7·3%	5·6%	3·1%	79·2%

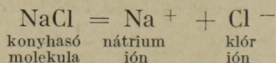
A táblázat értékeiből szépen látható, hogy a sóval való kezelés hatására a talaj agyagos részecskéi lényegesen gyarapodtak a kőliszt finomságú részecskék rovására ; az eddig koagulált állapotban lévő agyag apróbb részekre esett szét. Világosabb képet kapunk e folyamatról, ha az agyagos rész finomabb szerkezetét vizsgáljuk. A táblázat második részéből kitűnik, hogy amíg az eredeti talaj agyagos részei aránylag durvák, az agyag 79%-a négy-tizezred milliméternél durvább részekből áll, addig a nátriumagyagban az agyag 79%-a két-tizezred milliméternél kisebb részekre esett szét, vagyis a becserélődött nátrium hatására a talaj eddig többé-kevésbé koagulált állapotban lévő kolloidrészecskéi diszperzióba jutottak, a pelyhek szétestek egyes alkotórészeikre. Ez magyarázza azt a rendkívüli különbséget, amely az eredeti talaj és a nátriummal telített talaj fizikai sajátságai közt észlelhető.

Amíg a kalcium az agyagos helynek állandóságot kölcsönöz a víz bontó hatásával szemben, addig a nátriummal telített agyagban ezt az állandóságot nem látjuk, a víz

¹⁾ $\mu = 0.001$ mm.

bontó hatására a nátriumanyag rendkívül finom részecskékre esik szét.

Ez a jelenség az alábbi feltevéssel magyarázható: Ha valamilyen söt vízben oldunk, akkor a só molekulája széjjelesik apróbb részecskékre, amelyek elektromos töltésűek. Ezeket az apró részecskéket ionoknak nevezzük, azért, mert az elektromos árammal vándorolnak (görögül ion-vándor). A konyhasó esetében például nátrium- és klór-ionokat kapunk az alábbi egyenlet értelmében:

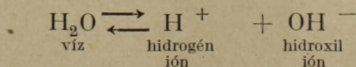


A nátrium-ionok pozitív elektromos töltésűek, mint általában az összes fém-ionok. A klór-ionok töltése negatív.

Az ionok vándorlásukban az őket körülvevő vízmolekulák egy részét magukkal viszik; az a vizes hártya, amely az egyes ionokkal vándorol, a különböző fémeknél nem egyforma vastag, a nátrium-ion esetében jóval vastagabb, mint a kalcium-ionok esetében. A kalcium-ion ennél fogva sokkal bensőbb összeköttetésbe kerül az őt elnyelő agyagos részecskével, mint a nátrium-ion, amelyet az agyagos részecskétől egy vastagabb vizes hártya választ el és amely ennek következtében könnyebben válik el az őt lekötő agyagos részecskétől.

A természetben az agyagos talajok fizikai és kémiai sajátosságait főleg három ion befolyásolja. Ezek a kalcium, a nátrium és a hidrogén ionjai.

A hidrogén-ionok a víz molekuláinak elbomlása útján keletkeznek; a tiszta vízben a víz molekuláinak egy kis része ugyanis elektromos töltésű apró részecskékre, hidrogén- és hidroxil-ionokra esik szét, amit az alábbi egyenlettel tüntethetünk fel:



Hidrogén-iónok képződnek akkor is, ha valamilyen savat vízben oldunk. A hidrogén-iónok okozzák a savak savanyú sajátságait.

A hidrogén ionjait rendkívüli elnyelési energia jellemzi, elnyelési energiájuk az összes fém-iónokénál nagyobb, ami pedig a hidrogén-iónokkal telített agyag állandóságát illeti, az kisebb a kalciumagyagénál, de nagyobb a nátriumagyagénál.

A természetben minden agyagos talajban találunk elnyelt hidrogén-, kalcium- és nátrium-iónokat. Ha a hidrogén-iónjai uralkodnak, savanyú talajjal van dolgunk, amelynek fizikai sajátságai a hidrogén-iónok közepes állandósító hatásánál fogva, nem éppen a legkedvezőbbek. Ha kalcium-iónok dominálnak, közömbös talajjal van dolgunk, amelynek fizikai sajátságai a kalcium-iónok erős állandósító hatása következtében az elképzelhető legjobb, míg ha nátrium-iónok dominálnak, akkor talajunk lúgos, fizikai sajátságai pedig az elképzelhető legrosszabbak.

Az elmondottak alapján az agyagos talaj szerkezetét úgy kell elképzelnünk, hogy a talaj vázát alkotó homok- és kölisztszemeket egy agyagos bevonat nagyobb szemekké tapasztja össze. E szemcsék fizikai sajátságait pedig nem annyira a vázrészek, mint inkább az agyagos bevonat tulajdonságai állapítják meg. A sók által koagulált agyag a vázrészeket aránylag nagy szemekké tapasztja össze, e szemcsék közt a víz és a levegő könnyen mozog; míg ha az agyag elveszti pelyhes állapotát, a szemcsék is széttesnek, ezzel lényegesen megszűkülnek a köztük lévő hézagok, amelyekbe a víz és a levegő nehezen juthat be és lassan mozog.

2. A humusz.

A talaj vázrészeit összetapasztó kolloidális bevonat nemcsak ásványos részekből, agyagrészecskékből áll, hanem nagy szerepet játszanak benne bizonyos szerves

eredetű elégethető anyagok, amelyeket gyűjtőnéven humusznak mondunk.

A humusz a talajba kerülő szerves anyagnak, állati és növényi hulladéknak lassú égése útján alakul ki. A talajban a szerves anyagot a korhadás minden állapotában megtalálhatjuk. A humuszképződés menetét jól megfigyelhetjük az erdőben. Ősszel, a lehulló lombtakaró vastagon beborítja a talajt; egy esztendő leforgása alatt, a következő lombohullásig, a vastag levéltakaró vékony humuszcépagé alakul át. A humuszszá való átalakulás során a levelek megbarnulnak, szerkezetük lassanként felismerhetetlenné válik és végül teljesen egynemű, barnás fekete tömeggé változnak, a tulajdonképpeni humuszszá, amelyet az erdő talajában élő állatok, főleg a giliszták, az erdő talajával bensőleg elkevernek.

A humusz szintén kolloid sajátságú anyag. Kiszáradva erősen összehúzódik, igen sok vizet képes felvenni és e közben erősen kiterjed.

Erős bázist elnyelő képessége van, akárcsak az agyagnak és fizikai sajátságai lényegesen függnének attól, hogy milyen bázist tartalmaz elnyelve. A kalciummal telített humusz nagy pelyheket alkot, amelyek vízzel összerázva igen állandóak, nem esnek szét, az ilyen humusz vízben oldhatatlan. Ha azonban a humuszban a kalciumot nátriummal cseréljük ki, a pelyhek igen finom részecskékre esnek szét, amelyek a vizet sötétbarnára festik. A nátriummal telített humusz vízben jól oldódik.

Hasonlóképp vízben oldható, igen finom eloszlású humuszt kapunk, ha a humusz bázisait hidrogénnal cseréljük ki, az így kapott savanyú humusz szintén oldódik vízben, ha kevésbé is, mint a nátriummal telített.

A humuszt vizes oldatából sókkal szintén kicsaphatjuk, az agyagtól eltérően azonban erre nagymennyiségű sóra van szükség. A sók híg oldatban a humusz fizikai állapotát nem befolyásolják. Humusz jelenlétében az agyag is kevésbé érzékeny a sókkal szemben, a humusz mintegy

megvédi az agyagot az állapotának megváltoztatását célzó anyagokkal szemben. Ezért védőkolloidnak is hívják.

A humusz már kis mennyiségben is lényegesen befolyásolja a talajok fizikai és kémiai sajátságait. Az olyan talajokban, amelyek mintegy 15%-nál több humuszt tartalmaznak, a humusz dominál az összes egyéb alkotórészek fölött, az ilyen talajok sajátságait elsősorban a humusz szabja meg.

A humusz a leghatásosabb talajjavító anyagok egyike. Talajjavító hatása egyaránt érvényesül az agyagos és a homokos talajokon. A homokos talajt megköti, az agyagos talajt könnyebben művelhetővé teszi. Ezt a látszólag ellentétes szerepét következőképp végzi.

A homokos talaj legfőbb hibája lazasága; a lazán, összefüggés nélkül elhelyezkedő homokszemek közt a víz gyorsan lefut. A humusz pelyhecskéi a homokszemeket összetapasztják, a talaj ily módon testet kap és a talajművelés hatására morzsás szerkezetűvé válik. A vázrészeket bevonó humusz nagy vizet felvevő képességénél fogva a homokos talaj eredetileg csekély vizetraktározó képessége növekszik, a homok az esők vizét jobban rak tározza el és kevésbbé szárad ki.

Az agyagos talaj legfőbb hibája a tömött szerkezet, a tömött agyag a vizet igen lassan engedi át. Az agyagnak ez a kedvezőtlen sajátsága meszezéssel lényegesen javítható, mert a mész hatására az agyag igen finom szemecskéi pelyhekké tapadnak össze. A mésszel telített humusz szintén pelyheket alkot, amelyek azonban jóval durvábbak, mint az agyag aránylag finom pelyhei és jobban is állnak ellen a víz bontó hatásának. Kötőerejük ennél fogva nagyobb; SCHLOESING vizsgálatai szerint 1 rész humusz kötőereje egyenlő 11 rész agyag kötőerejével. A mész által koagulált humusz tehát lényeges lazító hatást fejt ki az agyagos talajban. Hatását azonban csak mész jelenlétében fejtheti ki, mész hiányában hatása az agyagra ellenkező is lehet, megakadályozza az agyagpelyhek

képződését és így az agyag még tömöttebbé válik. A talaj morzsás szerkezetének létrejöttében a humusznak, mint kolloid sajátságú anyagnak, fontos szerepe van. A talaj morzsás szerkezete lényeges tényezője a talaj termékenységének. A növény gyökerei a talajban csak akkor találhatnak kedvező létfeltételeket, elegendő helyet, nedvességet és levegőt, ha a talaj eredeti finom részecskéi nagyobb tömegekké, morzsákká tapadnak össze. A talaj e felettébb kívánatos morzsás szerkezetének létrejötte a talaj kolloid sajátságainak következménye.

A mi éghajlatunk alatt a mezőség és az erdő talaja meg nem bolygatott állapotában morzsás szerkezetű és a földművelés legfontosabb feladatainak egyike éppen az, hogy művelés alá vett földekben ezt a morzsás állapotot fenntartsa. A természetben a morzsás szerkezet létrejöttében igen nagy szerepe van az időjárás változásainak. Száraz időben, amikor a talaj vizet veszít, a kolloid sajátságú föld összehúzódik és e közben megrepedezik, rögök keletkeznek; nedves időben, amikor a talaj vizet vesz fel, a föld ismét kiterjed, még pedig erősebben terjed ki, mint amennyire összezsugorodott volt. Ennek az az oka, hogy az átázott rög legfinomabb repedéseiben nincs levegő, míg a kiszáradó rögbe az eltávozó víz helyébe levegő hatol; amikor a rög ismét megnedvesedik, ez a bezárt levegő hozzájárul a rög kitágításához. Az újból átnedvesedett talaj tehát nem foglalja el ugyanazt a teret, amelyet elfoglalt volt a kiszáradás kezdetekor és a kiszáradáskor keletkezett repedések sem folynak ismét össze. A talaj állapotváltozásának ez az állandó játéka végül oda vezet, hogy a nagy rögök is szétesnek, apró morzsák halmazává válnak.

Lényegesen elősegíti ezt a folyamatot a fagy, a fagy hatására az agyagos részecskék szintén pelyhekké tapadnak össze. A talajban levő oldatokból fagyáskor jég válik ki és ezért a sóoldat töményebbé válik, mint volt a fagyás előtt. Ennek a tömény sóoldatnak hatására az

agyagszemcsék pelyhekbe tömörülnek, az összetapadt pelyheket pedig a jég széttolja úgy, hogy ha ez a folyamat többször megismétlődik, a tömött rög laza morzsák halmazává válik. A fagy tehát alapos talajlazító munkát végez.

Az időjárás változásainak a talaj szerkezetére gyakorolt kedvező hatása azonban csak akkor érvényesül, a létrejött morzsás szerkezet csak akkor állandó, ha a talajban elegendő més van arra, hogy a kolloidokat telítse. Szükséges még az is, hogy a talaj agyagon kívül elegendő humuszt is tartalmazzon.

A talaj morzsás szerkezete romlik erős esők hatására, amelyek a talaj morzsáit szétverik, szétáztatják. Romlik továbbá a helytelen időben végzett talajművelés következtében is. Romlik akkor is, ha a talaj humusz- vagy mésztartalma egy bizonyos érték alá csökken.

3. A humusz pótlása.

A művelés alatt álló talajok humusztartalma állandóan fogy, ha nem gondoskodunk a humusz pótlásáról. A talajban ugyanis igen sok apró lény, mikróba él, amelyek a humusból táplálkoznak. Ezek a mikróbák a humuszt szervezetükben elégetik, a humusz szenét egyesítik a levegő oxigénjével. A talajművelés a talaj lazításával jár, megkönnyíti a levegő bejutását a talajba és ezért gyorsítja a humusz elégését. A humusz lassú elégeése közben a benne foglalt növényi tápanyagok felszabadulnak és a növények által felvehetőkké válnak.

A humusz pótlása igen fontos feladata a földművelésnek, nemcsak azért, mert a humusszal növényi tápanyagokat is viszünk a talajba, hanem azért is, mert a humusznak lényeges szerepe van a talaj morzsás szerkezetének kialakulásában.

A talaj humusztartalmának növelésére a mezőgazdaság már a legrégebbi idők óta használja az istállótrágyát, amely az állatok ürülékével elkeveredett alomnak elerjesz-

tése útján készül. A trágya érlelésekor a trágyatelephben élénk erjedés megy végbe, amelynek eredményekép az ürülék és aom keveréke humuszos tömeggé alakul át.

A szalmából közvetlenül is állíthatunk elő humuszt az istálló mellőzésével. Az így készített humuszt, amelynek legfőbb sajátságai ugyanolyanok, mint az istállótrágyáé, mesterséges trágyának, vagy szalmatrágyának nevezzük. A szalmatrágya készítése szintén erjedésses folyamat. A szalma humusszá a levegő közreműködésével, erjedés útján alakul át, amelyet cellulózt elbontó mikrobák végeznek. Hogy ez az erjedés kellő sebességgel menjen végbe, ahhoz bizonyos mennyiségű nitrogénnek is jelen kell lennie valamilyen ammoniumvegyület alakjában. Az istállótrágyában ezt a nitrogént az állatok vizeletében levő karbamid szolgáltatja, egy olyan vegyület, amelyet bizonyos mikrobák gyorsan alakítanak át ammoniává.

Ha szalmából humuszt akarunk készíteni, nem kell egyebet tennünk, mint át kell itatnunk a szalmát valamilyen ammoniumvegyülettel, vagy olyan anyaggal, amelyik a nedvesség hatására könnyen alakul át ammoniává. Ilyen anyag a műtrágyául is használt kalciumciánamid, vagy más néven mésznitrogén. Az erjedés megindulását még kedvezően befolyásolja az, ha a szalmát kevés foszfortartalmú műtrágyával is meghintjük. A műtrágya oldatával átitatott szalmakupacban hamarosan megindul az erjedés, amelynek első napjaiban a szalma erősen felmelegszik, hőmérséklete 60 fok fölé is emelkedik. A szalmatrágya nagyon hasonlít a jól elbomlott istállótrágyához (5—7. kép).

A szalmát közvetlenül, előzetes erjesztés nélkül is felhasználhatjuk a humusz pótlására úgy, hogy a talajba beszántjuk. A földben a szalma — feltéve, hogy a talaj elég nedves — a talaj mikrobáinak közvetítésével közvetlenül alakul át humusszá. A humusszá való átalakulás gyorsítására a szalmával egyidejűleg egy kevés nitrogéntartalmú műtrágyát, péti sót vagy mésznitrogént

is adunk. Ha ezt nem tesszük, akkor a szalmát elerjesztő mikrobák a talaj felvehető nitrogénkészletéből merítik a megélhetésükhöz szükséges nitrogént és elvonják azt a kultúrnövényektől.

A közvetlen szalmatrágyázás minden talajon elvégezhető, igen nagy jelentősége van a humuszban szegény



5. kép. Szalmatrágyakészítés (ZUCKER F. felvétele).
A szalmát megöntözik.

homoktalajokon, amelyek humuszhiányát ezzel az eljárással gyorsan és gazdaságosan lehet orvosolni, amint azt a Duna—Tiszaközi Mezőgazdasági Kamara kísérletei mutatják. SZABÓ LAJOS kamarai igazgató, aki e kísérleteket irányította, az eljárást következőképp ismerteti: „Egy katasztrális holdra teregessünk el 15—20 q szalmát, töreket, vagy pelyvát s erre szórjunk el 18%-os mésznitrogénből 60 kg-ot, 20%-osból 50 kg-ot. A számítások azt mutatják, hogy minden métermázsza szalmára átlagban

3 kg mésznitrogént kell adni. A szalmát középmedylen szántsuk a talajba s ősszel a vetés előtt tárcsázzuk meg. A szalmatrágyázást végezhetjük mind ősszel, mind tavasszal. Ősszel, illetőleg még a nyár folyamán a tarlót teregesük be szalmával és a mésznitrogénnel kezelt szalmát, ha a talaj homok, szántsuk mindjárt középmedylen a talajba, ha azonban a talaj vályog, vagy kötöttebb és kemény,



6. kép. Szalmatrágyakészítés (ZUCKER F. felvétele).
A nedves szalmát műtrágyával hintik meg.

akkor ott, ahol tárcsa áll rendelkezésre, tárcsával vágassuk a talajba s később, ha a talaj esőzés következtében megpuhul, szórjuk rá a mésznitrogént s a megtárcsázott földet szántsuk középmedylen alá. Fontos, hogy a szalmatrágyázást a fagyok beállta előtt végezzük, hogy még elegendő talajmedylen álljon a baktériumok rendelkezésére, hogy a korhasztást végezhesék. Ennélfogva a tavasziak alá is célszerűbb ősszel végezni a szalmatrágyázást, ha azonban erre idő nem jut, úgy a szalmát hordjuk ki és tereges-

sük el a tél folyamán, ellenben a mésznitrogén kiszórását közvetlen a szántás előtt végezzük, február végén, vagy március elején. A tavasszal adott szalmatrágyába ültethetünk burgonyát, vagy tengerit, dinnyét, szóval később vetendő növényeket, mert szükséges, hogy a szalma legalább egy hónappal a vetés előtt kerüljön a talajba,



7. kép. Szalmatrágyakészítés. A nedves és műtrágyával meghintett szalmát nehéz hengerrel összepréselik (ZUCKER F. felvétele).

hogy a korhadási folyamat már meginduljon. Ha a talaj kellő nedvességű, vagy a szalma beszántása után volt megfelelő csapadék és ha elegendő talajmeleg áll rendelkezésre, a korhadási folyamat gyorsan bekövetkezik. A nyár végén, vagy az ősz elején beszántott szalmatrágyás talajba már nyugodtan vethetjük az őszi kalászosokat.

Homoktalajba 1 kat. holdra 15—20 q szalmánál többet nem adhatunk, mert a csekély nedvességű homok nem képes ennél több szalmát időre elkorhasztani.“

Egy másik már régóta gyakorolt módja a talaj humusztartalma gyarapításának abból áll, hogy herét vagy valamely más pillangós virágú növényt termelünk és azt még zölden alászántjuk. Az alászántott növény a talajban humusszá alakul át. Ez a zöldtrágyázásnak nevezett eljárás a humusz pótlásának igen hatásos módja mindenféle talajon. Sikere azon mulik, hogy jól válasszuk meg az alászántandó növényt és kellő talajműveléssel biztosítsuk annak vízszükségletét.

A kertész kedvelt humusztrágyája a komposzt, amelyet a kertészet hulladékaiból állít elő. Evégből az összes növényi hulladékot, lehullott lombot, lekaszált fűvet, nem sikerült kultúrákat, stb. egy kupacba hordja össze és földdel elrétegezi. Az egyes rétegek vastagsága 10—15 cm. Ilyen módon egy méter magas komposztdombot épít fel, amelyet kívülről 10 cm vastagon földdel borít be és száraz időben meg is öntöz, mert a komposztdombnak kiszáradnia nem szabad. A kiszáradás meggátlására a komposztdombot gyors növekedésű, nagy lombot fejlesztő növényekkel, tők, dinnye, uborka, be is ülteti, beárnyékolás végett. Ha a komposzttelep felső rétegei már annyira elkorhadtak, hogy bennök a növény szerkezete már csak helyenkint ismerhető fel, a komposzttelepet átforgatja, az átforgatást időnkint megismétli, amíg az egész tömeg egynemű humusszá nem alakult át.

A komposzt humusza az istállótrágyától abban különbözik, hogy amíg az istállótrágya élénk átalakulásban lévő szerves tömeg, addig az érett komposztban ezek az átalakulások már úgyszólván befejeződtek. A komposzt kész humusz, amely az apró élőlények igen gazdag világát rejtí magában, amely teljesen azonos a jó termőföld mikrobavilágával.

A talaj humusztartalmának növelésére jól használható a tőzeg is. A tőzeg vízi növények humusza, amely egyes lápokban nagy tömegekben halmozódott fel. A ker-

tészetben nagy jelentősége van, ezért alkalmazásával bővebben foglalkozunk egy külön fejezetben, amelyben a kertészeti kultúrák termesztésére szolgáló földkeverékek készítéséről van szó.

4. A cserepes kultúrákban használt földnemek.

Cserepes kultúráiban a kertész a földkerekség legkülönbözőbb tájairól származó növényeket termeszt. E növényeknek nemcsak az éghajlattal szemben támasztott igényeit kell kielégíteni, hanem tekintettel kell lennie arra is, hogy e sokféle eredetű növény tápanyagigénye is nagy eltéréseket mutat. Ezeket az igényeket a növények eredeti lakóhelyükről hozták és ha tény is, hogy a kultúra alatt a növények talajigényei módosulnak, a növények bizonyos mértékig alkalmazkodnak a kultúra megváltozott viszonyaihoz, mégis a legtöbb esetben az egyes növények speciális talajigényei a termelésnek olyan tényezői maradnak, amelyeket lehetőleg ki kell elégíteni, ha szép és hosszú életű növényeket akarunk nevelni. Erre a célra a kertész különböző földek keverékét használja. Tartsunk rövid szemlét e földnemek fölött és ismerkedjünk meg ama fizikai és kémiai sajátságaikkal, amelyek használhatóságukat megszabják.

A cserep, vagy láda földjétől nemcsak azt kívánjuk meg, hogy a gyökérnek támasztékot nyújtson, hanem azt is, hogy benne a gyökér megtalálja a tenyésztéhez szükséges vizet, levegőt és tápanyagokat. A vízzel, levegővel és tápanyagokkal szemben különböző kultúrnövényeink igen eltérően viselkednek, de ha ismerjük a növény igényeit és egyszersmind ismerjük a rendelkezésre álló földnemek fizikai és kémiai sajátságait, nem lesz nehéz minden egyes esetben a növényünknek legjobban megfelelő földkeveréket előállítani.

A földkeverék fizikai sajátosságai igen fontosak. Ezek állapítják meg azt, hogy mennyi vizet és mennyi levegőt tud a talaj magába foglalni.

Az agyagos talaj sok vizet tud raktározni; a vizet azonban csak lassan veszi be és ha megázott, levegőtartalma nagyon alacsony. Ezeket a rossz tulajdonságokat homok és humuszos földnek hozzákeverésével úgy szolván tetszés szerinti mértékben enyhíthetjük.

A homok hatásos higitószere az agyagnak.

Még hatásosabban befolyásolja a földkeverék fizikai sajátosságait a humusz. A humusz víztartóképesége igen nagy, az agyag víztartóképeségét sokszorosan fölülmulja. De nem ebben rejlik a humusznak rendkívüli jelentősége a cserepes kultúrákban, hanem abban, hogy mind az agyag, mind a homok részecskéit összetapasztva kialakítja a talajnak azt a morzsás szerkezetét, amely egyrészt a víznek könnyű behatolását teszi lehetővé, másrészt megakadályozza azt, hogy az egyszerre nagy mennyiségben adott öntöző víz a levegőt a talajból kiszoríthassa. Az olyan földkeverék, amely 10—15% humuszt tartalmaz, oly jó fizikai szerkezetű, amely a legtöbb kultúrnövényünk víz- és levegőigényét teljesen kielégítheti. Az ilyen földkeverék az öntöző vizet könnyen veszi magába, aránylag sok vizet tud raktározni, ami az öntöző munkáját nagyon megkönnyíti és végül ami szintén igen fontos, az ilyen földkeverék, még erősen megöntözve is bőven tartalmaz levegőt. Olyan kultúrnövényünk, amelynek levegőigényét az ilyen földkeverék nem tudná kielégíteni, csak kevés van. Ilyenek a típusos humuszlakó növények, amelyek földkeverékében a humusznak még nagyobb arányban kell szerepelnie.

A föld a növény gyökereit nemcsak vízzel és levegővel van hivatva ellátni, hanem tápanyagokkal is. Növényeink tápanyagigényei rendkívül eltérők, az igen lassan növekvő, tápanyagok szempontjából nagyon igénytelen növények mellett olyanokat is termelünk, amelyek

igényeit csak ismételt trágyázással tudjuk kielégíteni.

A földkeverék készítésével az a célunk, hogy a termelt növény tápanyagigényeit a földkeverék kielégíthesse addig, amíg a fejlődő növénynek nagyobb cserépbe való átültetése esedékessé nem válik. Ez a legtöbb kultúra esetében különösebb nehézségek nélkül lehetséges is. A tápanyagok közül, amelyek itt tekintetbe jönnek, első sorban a nitrogént, a foszfort és a kálit kell megemlítenünk. Valamennyi nélkülözhetetlen és kellő arányokban kell a talajban foglaltatnia.

A növény tenyésztésére a legfeltűnőbb hatást a nitrogén fejt ki. Ez az anyag a földkeverékben háromféle alakban is található, és pedig a humuszban különböző szerves anyagokhoz kötve, ammonia és végül salétrom alakjában. A humuszhoz kötött nitrogént a növények közvetlenül felvenni nem tudják, ennek a nitrogénnek a talajban előbb ammoniává, majd salétrommá kell alakulnia. Ezt az utóbbi vegyületet az összes kultúr-növények gyorsan veszik fel és értékesítik. A salétrom a növekedésnek rendkívül fontos tényezője, a kultúrák sikere nagyon sokszor függ attól, hogy a növény elegendő salétromhoz jut-e. A kultúrnövények salétromigénye azonban nagyon eltérő. Vannak növények, amelyeknek nem szabad egyszerre sok salétromot juttatni, az ilyen kényesebb növényeknek már oly kis mennyiségű salétrom is pusztulását okozhatja, amely más növények igényeit korántsem tudja fedezni.

A salétrom forrása a humuszban levő kötött nitrogén. A humusz ezért nemcsak mint a talaj fizikai szerkezetének őre játszik fontos szerepet a földkeverékeinkben, hanem mint növényeink legfőbb táplálóanyaga is. Ezt a feladatát a humusz oly módon látja el, hogy a talajban levő apró élőlények, a mikrobák hatására elbomlik, a benne levő nitrogén salétrommá alakul át és ugyanekkor a humuszban levő foszfor és káli is olyan vegyületekké változnak át, amelyeket a növény felvehet. Rendkívül nagy jelentőségű

tehát a növények tápanyaggal való ellátása szempontjából az, hogy a földkeverék készítésekor használt humusz mennyi növényi táplálékot tartalmaz, ezek a tápanyagok felvehető alakban vannak-e és ha nincsenek felvehető alakban, könnyen vagy nehezen alakulnak-e át felvehető tápanyaggá. Ebben a tekintetben a különböző humusz-nemeknek igen eltérő a sajátságuk és alkalmazhatóságukat elsősorban ezek a kémiai sajátságaik döntenek el. A földkeverék kívánatos fizikai sajátságainak előállítására az összes humusznemek egyaránt alkalmasak, bár némi kis különbségek e téren is vannak; a növény táplálására való alkalmasságuk azonban nagyon is eltérő és a bal-sikerek oka rendszeren itt keresendő.

Ami a földkeverék készítésére használt homok- és agyagos földek tápanyagtartalmát illeti, a tiszta homok tápanyagokat nem tartalmaz; az agyagos föld az említett három tápanyag közül foszfort és kálit tartalmaz ugyan, e tápanyagok azonban rendszeren oly kis mennyiségben és oly nehezen oldható alakban vannak benne, hogy cserepes növényeink táplálására nem igen jönnek tekintetbe. Nitrogént a tiszta agyagos talaj nem tartalmaz, földkeverékeink nitrogénjét kizárólag a humusz szolgáltatja.

Mielőtt most már szemlét tartanánk a földkeverékek készítésére használt humusznemekről, még egy anyagról kell megemlékeznünk, amely igen nagy szerepet játszik a földkeverék összetételében. Ez az anyag a szén-savas mész. A szén-savas mésznek a földkeverékben sokféle szerepe van. Minden növénynek kivétel nélkül szüksége van kis mennyiségű kalciumra; a szén-savas mész, kémiai nevén kalciumkarbonát, ennél fogva mint a növény táplálására szükséges kalcium forrása is szerepel; de nem egyetlen kalciumforrása a növénynek, mert a humusz is tartalmaz annyi kalciumot, amennyi a legtöbb esetben a növényt a neki szükséges és aránylag kis mennyiségű kalciummal elláthatja. Sokkal nevezetesebb szerepe van a szén-savas mésznek a talaj fizikai és kémiai sajátságainak

szabályozásában. A szénsavas mész kedvezően befolyásolja az agyagos talaj fizikai sajátságait, állandósítja a talaj morzsás szerkezetét. A humuszra is védőhatása van, a meszet nem tartalmazó, úgynevezett savanyú humuszt a víz oldja és barnaszínű oldat alakjában a talajból ki is mossa, míg a mésszel telített humusz, az úgynevezett szelíd humusz, vízben nem oldódik és a talajban megmarad.

A mész megóvjja a talajt a megsavanyodástól, közömbösítve a gyökerek és a talajban élő mikróbák életműködései által termelt savakat és más kártékony anyagokat. Ily módon befolyásolja a talajban végbemenő ama bomlási folyamatokat is, amelyek a humuszból növényi tápanyagokat állítanak elő; salétrom csak olyan talajban képződik, amely szénsavas meszet is tartalmaz. A legtöbb cserepes növényünk csak olyan talajban díszlik, amelyben szénsavas mész is van; sok mészre azonban egyetlen növényünknek sincs szüksége, néhány tizedszázalék minden esetben elegendő. Vannak azonban olyan cserepes kultúránk is, amelyek a szénsavas meszet nem tűrik, ilyenek az azaleák, a rhododendronok és a legtöbb humuszlakónak nevezett növény. Ezek csak olyan földkeverékben díszlenek, amely szénsavas meszet nem tartalmaz.

A földkeverékek készítésére szolgáló földnemek elbírálásakor tehát tekintettel kell lennünk azok szénsavasmésztartalmára is. A természetben egyaránt találunk meszes és nem meszes agyagos földet, homokot és humuszos földnemeket, ezek valamennyien szolgálhatnak a mész forrásául.

Tartsunk ezek után rövid szemlét a kertész által használt különböző humusznemek fölött. Ezeket két nagy csoportba oszthatjuk; az egyik csoportba tartozókat a természet szolgáltatja, míg a másik csoportbelieket magunk állítjuk elő.

A természet szolgáltatja humusznemeket a lápok, az erdő, a fenyér és a rétek szolgáltatják.

A lúp humuszos képződményei közül a cserepes kultúrák földkeverékeiben igen nagy szerepet játszik a lúpföld és a tőzegkorpá. A lúpföld (Moorerde, terre humifère tourbeuse) a tőzegtelepnek legfelső, már teljesen elkorhadt, földneművé vált rétege, amelyben az egyes lúpi növények szerkezete fel nem ismerhető, míg tőzegkorpá (Torfmull, tourbe) alatt azt a tőzegláladékot értjük, amely a még rostos tőzegnek megszállásakor, almozási célokra való felhasználása előtt, a szitán átmegy.

Mind a lúpföld, mind a tőzegkorpá főleg csak a földkeverék megkivánt fizikai sajátágainak kialakulását szolgálják és erre a célra kitűnően használhatók. Tápanyagellátás szempontjából kevésbbé jönnek tekintetbe, egyrészt, mert aránylag kevés tápanyagot tartalmaznak, másrészt, mert az nehezen bomló állapotban van jelen. Lényeges különbség van a különböző eredetű lúpföldek és tőzegkorpák közt a mésztartalmukat illetőleg. A hazai lúpok majdnem kivétel nélkül meszes lúpföldet és tőzegkorpát szolgáltatnak, ezért meszet nem tűró növényeknél nem használhatók. Ausztriában, Csehországban és Németországban ellenben sok olyan lúp van, amely meszet nem tartalmazó lúpföldet szolgáltat; sajnos, ezideig még nem sikerült itthon olyan lúpföldet találnunk, amelynek lúpföldje az ezidőszerint csak külföldről beszerezhető nem meszes lúpföldet pótolhatná. Olyan kultúráknál azonban, ahol a lúpföld mésztartalma nem hat károsan, a hazai lúpföld és tőzegkorpá kitűnően használható a talajkeverék kedvező fizikai állapotának előállítására. Sőt ilyen esetben a hazai lúpföld és tőzegkorpá használata még előnyösebb is, mert ezek határozottan több tápanyagot tartalmaznak, mint a nem meszes külföldi lúpföld, úgyhogy az előbbieket kevésbbé igényes növények tápanyagigényeit is kielégíthetik.

A fenyér szolgáltatja a régebbi időkben olyan sokat használt fenyérföldet (Heideerde, terre de bruyère). Ez egy igen homokos földnem, amely a fenyér különböző

növényeinek rendkívül nehezen bomló korhadékát tartalmazza. Ma már nem is igen kapható, amit ilyen néven Németországban forgalomba hoznak, az homokos területeken termő túlelű erdők humusza. Szénsavas meszet sohasem tartalmazó igen könnyű talajnem, amelyet rendkívüli tápanyagszegénysége jellemez. Az újabb idők diszkertészei nem is használják, a Drezda vidéki híres azalea- és rhododendron-tenyésztők helyette tőzegkorpával kevert lombföldet használnak, amellyel sokkal szebb eredményeket érnek el.

A lombos erdők szolgáltatta l o m b f ö l d (Lauberde, terreau de feuilles) a közepesen gazdag humusznek közé sorolandó. Növényi tápanyagokat a lápföldnél bővebben tartalmaz és mivel aránylag könnyen bomlik, még igényesebb növények tápanyagszükségletének fedezésére is alkalmas. Az erdőtől frissen beszerezett lombföldek között kész tápanyagkészleteiket illetőleg kis különbségek vannak, ami főleg azzal függ össze, hogy milyen vastagon borította a lombföld a talajt és hogy mennyire mosta ki ennél fogva az eső a lombföldből a kész tápanyagokat. Raktározás közben azonban ezek a különbségek kiegyenlítődnek, a több hónapig szabályszerűen kezelt lombföldben tekintélyes mennyiségű kész tápanyag halmozódik fel. A lombföld értékét tehát elsősorban az állapítja meg, hogy milyen előkezelésen ment át.

Igen értékes humuszos földet szolgáltatnak a gyepek területek is, az úgynevezett g y e p s z í n f ö l d e t (Rasenerde, terre de gazon), amely elkorhadt gyeptéglák anyagából áll. Igen jó fizikai szerkezetű földnem, amelynek eredetileg alacsonynak mondható tápanyagtartalmát trágyával való komposztolás útján tetszés szerint növelhetjük. Az angol kertészek úgyszólván minden növényüket gyepszínföldbe ültetik.

A mesterségesen készített humuszos földnemeket az előbb tárgyaltakkal szemben magas tápanyagtartalmuk jellemzi. Különösen áll ez a tr á g y a f ö l d r e (Mist-

erde, terreau de couches), amely a melegágyak elhasznált trágyájából készül. Igen magas tápanyagtartalmánál fogva a trágyaföld elsősorban nem mint fizikai talajjavító szerepel, hanem mint tápanyagforrás, amellyel leggyorsabb növekedésű, tápanyagokban legigényesebb növényeink is hosszabb időre kielégíthetők. Kisebb igényű növényeknél elővigyázattal alkalmazandó.

Bő tápanyagot kívánó növényeinknek kitűnő szolgálatot tesznek a különböző komposztföldek (Komposterde, compost), amelyek helyesen kezelve, tekintélyesebb mennyiségű salétromot is tartalmaznak, ami feltűnő gyors hatásukat magyarázza. Értéküket kémiai összetételük nagymértékben befolyásolja.

Az elmondottak ismeretében nem lesz nehéz minden egyes esetben összeállítani azt a földkeveréket, amelyre szükségünk van.

5. A termőföld reakciója.

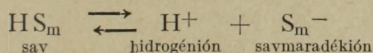
A termőföld reakciója és növények termesztésére való alkalmassága közt szoros összefüggés van. Már régebben megfigyelték azt, hogy a savanyú talajokon sok kultúr-növény nem díszlik. A nagyon savanyú talajoknak igen szegényes a növényzete, míg a közömbös vagy gyengén lúgos talajoké gazdag, az ilyen talajokon a legtöbb kultúr-növény jól érzi magát; az erősen lúgos talajokon viszont csak nagyon kevés növény él meg.

A talaj reakcióját régebben lakmuszpapírral állapították meg és így különböztettek meg savanyú, közömbös és lúgos talajokat. Újabban érzékenyebb eljárásokat használunk, amelyekkel a talaj reakcióját mérni és számokban kifejezni is tudjuk. Azóta igen sok vizsgálatot végeztek annak a megállapítására, hogy a termőföld reakciója milyen hatással van a növényzetre. Mielőtt ezeknek a vizsgálatoknak főbb eredményeit ismertetnők, lássuk azt, hogy mi okozza a termőföld reakcióját és mit jelentenek azok a számok, amelyekkel a reakciót kifejezzük.

Megkülönböztetünk savanyú, közömbös és lúgos talajokat.

A savanyúságot hidrogén-iónok, vagyis pozitív elektromos töltésű hidrogénatómok (H^+) okozzák, míg a lúgos reakciót hidroxiliónok, vagyis negatív elektromos töltésű hidroxil-atómcsoportok (OH^-) idézik elő. Ha valamilyen vízes oldatban a hidrogén- és a hidroxiliónok egyenlő számban vannak jelen, az oldat se nem savanyú, se nem lúgos, hanem közömbös.

Ha valamilyen savat vízben oldunk, a sav molekuláinak egy része hidrogéniónra és a savmaradék iónjára esik szét:



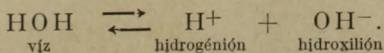
A folyadékban ennél fogva el nem bomlott savmolekulák, hidrogéniónok és savmaradékiónok vannak. Egyensúlykor a kémiai tömeghatás törvénye értelmében a jelenlévő anyagok koncentrációja közt a következő viszony áll fenn:

$$[H^+] \times [S_m^-] = [HS_m] \times K$$

vagyis a hidrogéniónok koncentrációja (a térhez viszonyított mennyisége) szorozva a savmaradékiónok koncentrációjával annyi, mint az el nem bomlott savmolekulák koncentrációja szorozva egy állandóval, K -val, amely a hőmérséklettől függő érték.

A hidrogéniónoknak a természetben előforduló összes iónok közt különleges helyzetük van, mert minden vízes oldatban jelen vannak, éppúgy, mint a hidroxiliónok is.

A víz molekuláinak egy kis része ugyanis iónokra szét-esett állapotban van, amit a következő képlettel fejezünk ki:



Ezek között az ionok közt egyensúlykor a kémiai tömeghatás törvénye értelmében az az összefüggés áll fenn, hogy az ionok koncentrációjának szorzata állandó érték:

$$[H^+] \times [OH^-] = K_{\text{víz}}.$$

Az egyenletben szereplő állandó $K_{\text{víz}}$, a víznek a bomlási állandója, a hőmérséklettől függő rendkívül kicsiny érték, mintegy 23^0 -nál egy százbilliomod résszel egyenlő, amit így fejezhetünk ki:

$$K_{\text{víz}} = 10^{-14}.$$

A víz bomlási állandóját behelyettesítve az utolsó egyenletbe, egyenletünk a következő alakot kapja:

$$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$$

és miután a tiszta vízben ugyanannyi hidrogénion van, mint hidroxilión, a hidrogénionok koncentrációja, amely egyenlő a hidroxiliónok koncentrációjával, annyi mint egy tízmilliomod:

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$$

vagyis tíz millió liter vízben mindössze egy gramm hidrogén- és 17 gramm hidroxilión van.

Savanyú oldatokban a hidrogénionok koncentrációja nagyobb, lúgos oldatokban pedig a hidroxiliónoké nagyobb ennél az értéknél, a két mennyiség szorzata azonban mindig állandó. Ha tehát a hidrogénionok koncentrációját ismerjük, kiszámíthatjuk a hidroxiliónokét is és ezért valamely folyadék reakcióját, még ha lúgos is, egyszerűen a benne levő hidrogénionok koncentrációjával fejezzük ki.

Így nagyon kis számokat kapunk és miután ilyen kis számokkal kényelmetlen dolgozni, SÖRENSEN ajánlatára nem ezeket a kis számokat adjuk meg, hanem azok logaritmusát ellenkező jellel és ezt az értéket pH-val jelöljük, tehát

$$\text{pH} = -\log [H^+].$$

Közömbös oldatokban, mint amilyen a tiszta víz

$$[H^+] = 10^{-7}, \text{ ennélfogva } pH = 7,$$

savanyú oldatban a pH, amelyet az oldat reakciós számának nevezünk, kisebb, lúgos oldatban pedig nagyobb hétnél.

Az egyes reakciós számoknak megfelelő savanyúsági, illetőleg lúgossági fok, az alábbi táblázatból vehető ki:

lúgos	pH		
	10	rendkívül lúgos	talaj
	9	nagyon lúgos	„
	8	gyengén lúgos	„
közömbös	7	közömbös	„
	6	gyengén savanyú	„
	5	közepesen savanyú	„
	4	nagyon savanyú	„
	3	rendkívül savanyú	„
savanyú			

A talaj reakciós számát többféleképp is meghatározhatjuk. Itt e helyen nem terjeszkedhetünk ki ezeknek a módszereknek a leírására, csak annyit óhajtunk megjegyezni, hogyha valamely talaj reakciós számát meg akarjuk határozni, akkor a talajt vízzel rázzuk össze és a méréshez a zavaros oldatot vagy annak tiszta szűrletét vesszük. Ezek a mérések ennélfogva csak közelítőleg tájékoztatnak a természetes talaj valódi reakciós számáról.

Ezekkel a módszerekkel az utóbbi tíz esztendőben igen sok talajreakció-meghatározást végeztek és ezeknek eredményeit összevetették a talajt borító növénytakaró összetételével és a kultúrnövények viselkedésével. Ezek a vizsgálatok igen érdekes összefüggéseket mutattak ki.

A növény a talajnak bizonyos reakciója mellett fejlődik legjobban. Ha a talaj ennél savanyúbb vagy lúgosabb, a növekedés gyengébb. Ezt bizonyítják az összes edénykísérletek, amelyekben valamilyen növényt különböző

reakciójú, de egyébként azonos összetételű tápláló oldatban vagy talajban nevelünk fel (8. kép *a—b*). Ha ezeknek a kísérleteknek az eredményeit rajzban tüntetjük fel, olyan

8a) *Senecio silvaticus*.



pH 3.6 4.7 5.2 5.4 6.7 7.6 7.7

8b) *Poterium sanguisorba*.

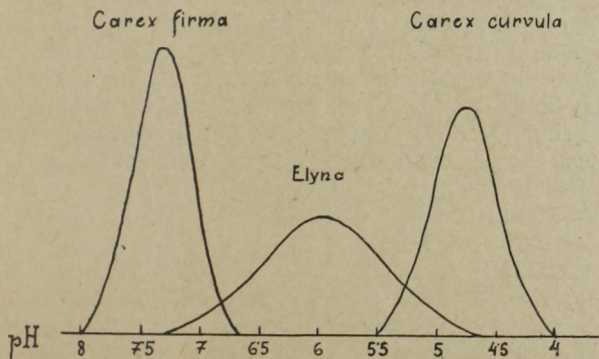


pH 3.6 4.7 5.2 5.4 6.7 7.6 7.7

8a és 8b kép. A növény fejlődése eltérő kémhatású talajokban (OLSEN nyomán). A *Senecio silvaticus* savanyú, a *Poterium sanguisorba* kissé lúgos talajon fejlődik legjobban.

görbékét kapunk, mint amilyeneket a 9. kép tüntet fel. A görbék optimusos görbék, az optimumok helyzete azonban a különböző fajoknál más és más és az egyiknél nagyobb, a másiknál kisebb területre terjed, a görbék kezdőpontjai is eltérő helyet foglalnak el.

Hasonló görbéket adnak a szabadföldi megfigyelések is. A sok szabadföldi megfigyelésből azt a következtetést vonhatjuk, hogy a talaj reakciója fontos tényezője a termőhelynek. Egyes növények a természetben mindig savanyú, mások csak nagyon lúgos reakciójú talajon lelhetők, míg mások elterjedése látszólag csak kevésbé függ össze a talaj reakciójával. Szolgáljon erre nézve például három páłka-féle (*Cyperacea*) viselkedése a svájci Engadinban levő Nemzeti Parkban.



9. kép. Három páłka faj reakciógörbéje (JENNY nyomán).

A Nemzeti Parkban mind a három páłka-féle igen közönséges; JENNY megvizsgálta e páłka-félék gyakoriságát a különböző reakciójú talajokon. Vizsgálatainak eredményeit a 9. kép tünteti fel.

A görbékből azt olvashatjuk ki, hogy a *Carex firma* a közömbös talaj növénye, savanyú talajra nem megy át; az *Elyna* a gyengén savanyú, a *Carex curvula* a nagyon savanyú talajon gyakori. A *Carex firma* görbéje igen meredek, ez azt jelenti, hogy már kis reakcióváltozásokkal szemben is nagyon érzékeny, a *Carex curvula* görbéje kevésbé meredek, ez a növény kevésbé érzékeny a

reakció változásaival szemben ; az *Elyna* görbéje egészen lapos, ennek a növénynek a gyakoriságát a reakció kisebb változásai alig érintik. Az *Elyna* görbéjének végpontjai távol vannak egymástól (7·2—4·5), ez a növény közömbös és erősen savanyú talajokon is előfordul, a közömbös talajokon *Carex firmával*, erősen savanyú talajokon *Carex curvulával* társulva ; a két *Carex* azonban sohasem fordul elő együttesen.

A talaj reakciója nemcsak a magasabbrendű növények elterjedésében játszik nagy szerepet, hanem az alacsonyabb rendű növények megoszlásában is. ARRHENIUS és WHERRY több párányról mutatták ezt ki ; sok mohaféléről régóta tudjuk, hogy előfordulásuk szorosan összefügg a talaj vagy a víz reakciójával ; újabban AMANN svájci vizsgálatai gyarapították e téren ismereteinket, míg LABBÉ az algákkal kapcsolatban mutatott ki hasonló összefüggéseket. Általánosan ismert sok gombának és baktériumnak nagy érzékenysége a talaj reakciójával szemben.

Gyakorlati szempontból nagy jelentőségűek azok a megfigyelések, amelyek a termesztett növényeknek a talaj reakciójával szemben való viselkedésére vonatkoznak. Alapvető vizsgálatokat végzett erre nézve ARRHENIUS Stockholmban. ARRHENIUS különböző gazdasági növényeket nagy edényekben tenyésztett, amely edények talajához változó mennyiségben kénsavat, illetőleg nátronlúgot adott és így egész sorozat edénye volt, amelyekben a talajok reakciója a nagyon savanyútól a nagyon lúgosig fokozatosan változott. ARRHENIUS kísérleteit mások megismételték és más növényekre is kiterjesztették és szabadföldi kísérletekkel és megfigyelésekkel kiegészítették. E nagyszámú kísérlet és megfigyelés főbb eredményeit a mellékelt táblázat (10. kép) tünteti fel ; a vékonyabb vonal azt mutatja, hogy a növény milyen reakció mellett termelhető, míg a vastagabb vonal a legkedvezőbb reakciót mutatja.

Reakció szám	4	5	6	7	8	9
Len						
Árpa						
Lucerna						
Cukorrépa						
Buza						
Lóhere						
Bab						
Mustár						
Repce						
Rózsa						
Kalarábé						
Borsó						
Pohánka						
Kukorica						
Serradella						
Zab						
Burgonya						
Csillagfünt						

10. kép. Gazdasági növények talajreakció igényei (a Hamburgi Kísérleti Állomás rajza nyomán).

A táblázat tanúsága szerint a különböző gazdasági növények igen eltérően viselkednek a talaj reakciójával szemben. A len, az árpa, a lucerna és a cukorrépa a gyengén

lúgos talajok növényei; a búza, a lóhere, a bab és a retek közömbös reakciójú talajon adják legnagyobb terméseiket; a repce, a bab, a kalarábé, a pohánka, a tengeri, a szeradella, a zab és a burgonya a gyengén savanyú, a csillagfürt pedig az erősen savanyú talajok növénye.

Ugyanannak a növénynek különböző fajtái azonban igen eltérően viselkedhetnek. ARRHENIUS kísérleteiben a zab négy változattal szerepelt, ezek közül 3 savanyú, egy azonban gyengén lúgos talajon adta legnagyobb termését. Hasonlóképen a búza különböző fajtái sem viselkednek egyformán, amint azt EPERJESSY hazai búzafajtákon végzett kísérletei igazolják.

A táblázatból (10. kép), amelyet sok kísérlet és szabadföldi megfigyelés eredményeiből állítottak össze, joggal következtethetjük azt, hogy a gazdaság célszerűen jár el, ha a természetendő növények megválasztásakor tekintettel van a talaj reakciójára és vetésforgóit úgy állítja össze, hogy abban olyan növények szerepeljenek, amelyek az illető gazdaság talajának reakciójánál adják legnagyobb terméseiket.

Ez az elv egyébként érvényre is jut azokban a vetésforgókban, amelyek a gazdák tapasztalatai alapján állandósulnak valamely vidéken. Így például ARRHENIUS kimutatta, hogy Svédország nagyon savanyú talájjain a vetésforgó tarlórépa, zab és timótfű, ezekhez a növényekhez búza és vöröshere járul az olyan gazdaságokban, amelyekben közömbös reakciójú földek is vannak, míg a lucerna és a cukorrépa csak akkor szerepelnek a vetésforgóban, ha a gazdaságnak kissé lúgos táblái is vannak.

Nagy jelentősége van a talajreakció ismeretének a kertészetben is. A kert növényeinek legtöbbje igen tág reakcióhatárok közt diszlik, gyengén savanyú, közömbös és nem túl lúgos talajon egyaránt megterem; a világ minden részéből összegyűjtött kerti növények közt azonban sok olyant is találunk, amelyek erősen savanyú

talajon fejlődnek legszebben és lúgos talajon elpusztulnak. Ilyenek a *Rhododendronok*, *Azaleák*, *Erika-félék* és *Orchideák*, de vannak köztük kivételek is (l. az 52. oldalon).

A konyhakert növényei közül, mint a savanyúságot jól tűrő növényt elsősorban a rebarbarát kell megemlítenünk; Angliában Leeds vidékén, ahol a sok gyár füstje miatt még az esővíz is savanyú, ez az egyetlen zöldség, amely a kertekben díszlik. Jól bírja a savanyúságot a görögdinnye, az uborka és a retek is.

Néhány konyhakerti növénynek a talaj reakciójával szemben tanúsított viselkedését megismerendő WEISKE végzett kísérleteket Bonnban. Az eredeti talaj gyengén lúgos volt, az egyik kísérlet-sorozatban WEISKE a talajt kénsavval megsavanyította, a másik sorozatban nátronlúggal még lúgosabbá tette. Az egyes növények a különböző reakciójú talajokban a következő terméseredményeket adták, a gyengén lúgos talaj termésait 100-nak véve:

	R e a k c i ó s z á m		
	pH 5,1	pH 7,8	pH 8,2
Saláta (ezüstfej)	22%	100%	94%
Endivia saláta	47	„	85
Borsó (monopol)	74	„	103
Kalarábé (góliát) ...	73	„	91
Kelkáposzta (spirál) .	71	„	90
Hagyma (zittai) ...	43	„	105
Foghagyma.....	86	„	92
Zeller	76	„	86
Paradicsom	94	„	84

Eme kísérletek szerint a legtöbb konyhakerti növény a lúgos reakciójú talajban jóval nagyobb termést adott, mint a megsavanyított talajban, kivételt csupán a paradicsom tett, amelynek termése alig csökkent. A hagyma a savanyú reakcióval szemben igen érzékeny, a lúgosságot pedig határozottan kedveli.

A gyümölcsös növényei általában véve nagyon türelmesek a talaj reakciójával szemben, a legtürelmesebb talán az alma, amely nagyon savanyú és erősebben lúgos talajon egyaránt ad jó termést, hasonlóképen nagyon türelmes az európai szőlő is.

Érdekes hatással van a talaj nagyobb fokú savanyúsága a *Hydrangeára*. Ez a növény a talaj reakciójával szemben nagy mértékben türelmes; virágjának színe a közepesen savanyú (pH. 5·7—6·0) talajokban kék, gyengén savanyú és közömbös talajon a növényen kék- és rózsaszínű virágokat láthatunk, lúgos talajban (7·5 reakciószám fölött) csak rózsaszínű virágokat találunk.

Összefoglalva ezeket a legkülönbözőbb növényeken végzett szabadföldi és laboratóriumi megfigyeléseket, megállapíthatjuk, hogy a talaj reakciója fontos növekedési tényező. Ennek a jelenségnek okáról azonban nagyon kevésé vagyunk tájékozva. Azt tudjuk, hogy mind a savanyúságot okozó hidrogénionok, mind a lúgosságot előidéző hidroxilionok a növény plazmájának állapotát erősen befolyásolják és ily módon hatással vannak a plazma só-áteresztő képességére. ARRHENIUS feltevése szerint a plazma só-áteresztő képessége a legkisebb annál a reakciónál, amely a növény tenyészetére a legkedvezőbb, míg más reakciónál a plazma több só-ereszt át, a sóval való elárasztás pedig a növény károsodásával jár. Kétségtelen azonban, hogy a hidrogénionoknak ezt a hatását más ionok lényegesen befolyásolhatják. Ezt bizonyítják PRJANISCHNIKOV-nak és LUNDGARDH-nak megfigyelései, amelyek szerint a kalciumionok a hidrogénionoknak mérgező hatását csökkentik. A káliumionoknál ilyen hatást nem észleltek, míg az alumíniumionok mérgező hatását a hidrogénionok fokozzák.

A növények megváltoztatják a tápláló oldat reakcióját, amelyben élnek. Ez annak a körülménynek a követ-

kezménye, hogy a növények a különböző ionokat eltérő sebességgel veszik fel. Leggyorsabban veszik fel a salétromiönt és az egyvegyértékű fémek (kálium és nátrium) ionjait, míg a kétvegyértékű kalcium- és magnézium-ionok, továbbá a kénsav ionja, a szulfátion lassabban hatolnak be.

Ezért a táplálóoldat reakciója eltérő irányban változik meg, ha a növénynek nitrogénforrásul kálisalétromot, illetőleg kénsavas ammóniát adunk. Az előbbi esetben az oldat reakciója lúgosabbá válik, mert a növény a salétromiönt jóval gyorsabban veszi fel, mint a káliumiönt és az oldatban felhalmozódó káliumiönök a növény lélekzése következtében leadott szénsaviönökkel egy lúgos reakciójú só, kettedszénsavas káliumot adnak. Kénsavas ammónia esetében pedig a hidrogéniönök koncentrációja nő, mert a fölvelt ammonium-ionok ellenében a növény hidrogén-ionokat ad ki, úgy, hogy ugyanaz a helyzet áll elő, mintha az oldathoz kénsavat adtunk volna. A növényzet hatására tehát a táplálóközeg reakciója rövid idő alatt is megváltozhat; sok megfigyelés bizonyítja azt, hogy ilyen változások a különböző műtrágyákkal ellátott szántóföldekben be is következnek.

Ennek a reakcióváltozásnak a gyorsasága nagymértékben függ a talajnak attól a sajátságától, amelyet „tompító hatásnak” nevezhetünk. Ezzel a szóval, amelyet a németek pufferhatásnak mondanak, a talajnak azt a sajátságát jelöljük meg, amely kifejezője annak az ellenállásnak, aminőt akkor észlelünk, ha a talaj reakcióját meg akarjuk változtatni.

A talaj tompítóképeségét könnyen meghatározhatjuk úgy, hogy a talajhoz változó mennyiségű savat, illetőleg lúgot adunk és megállapítjuk a reakciószám változását. Ezekből az adatokból egy görbét szerkeszthetünk, amely igen kifejező módon szemlélteti a talaj tompítóképeségét. A talajnak ez a sajátsága a növények szempontjából nagyjelentőségű.

A talaj tompító hatása többféle reakció eredménye. Sok talajban olyan sók vannak, amelyek vízben való oldódásukkor elbomlanak, az oldatnak savanyú vagy lúgos reakciót adnak és így a reakciót szabályozzák. Ilyenek elsősorban a szénsavas sók, a mész, a szénsavas magnézium és a szóda, amelyeknek oldata lúgos, míg az alumíniumnak és a vasnak oldható sói savanyúvá teszik az oldatot.

A tompító hatás azonban igen erős mértékben észlelhető olyan talajokban is, amelyek ilyen sókat nem tartalmaznak. Székhelye a talaj agyagos részeiben és a humuszban keresendő; létrehozásában nagy szerepe van annak a hidrogénnek, amely elnyelt ionok alakjában van a talaj agyagos és humuszos részeihez kötve. A hidrogénionokat a talaj agyagos és humuszos részei igen erősen nyelik el, az elnyelt hidrogénionok azonban más pozitív ionokkal kicserélhetők, ekkor szabaddá válnak és az oldat reakcióját megváltoztatják. Ezért, ha olyan talajt, amely elnyelt hidrogénionokat tartalmaz, valamely közömbös reakciójú sóval, tegyük fel káliumklorid-oldattal rázunk össze, az oldat savanyúvá válik.

A talajnak ezzel a reakciót szabályozó hatásával számolnunk kell, ha a talaj reakcióját meg akarjuk változtatni.

Ennek a kérdésnek gyakorlati jelentősége is van. A termelő abban, hogy talaját és növényeit összehangolja, kétféleképp is járhat el. Vagy a talaj reakciójának megfelelő növényeket választ, vagy a talaj reakcióját változtatja meg a növény igényeihez mérten. Ez utóbbi mindenestre körülményesebb eljárás.

A savanyú reakciójú talajokat már régóta javítják meszezéssel (l. a 8. fejezetet). Meszezéssel a talaj reakcióját a lúgos irányban könnyen változtathatjuk meg. Az adott mérvű reakcióváltoztatáshoz szükséges meszet a talaj tompító hatásának tekintetbevételével a titrációs görbéről állapíthatjuk meg. Megeshet, hogy a

talaj reakcióját a másik irányban kívánjuk befolyásolni, vagyis a túlságosan lúgos talajt kevésbé lúgossá akarjuk tenni. A titrációs görbe meghatározásakor erre a célra kén-sav-át használunk, ez az anyag nagyban is alkalmas erre; de úgy is járhatunk el, hogy a kénsavat magában a talajban állítjuk elő. Ezt úgy érjük el, hogy a talajba porrá tört ként adunk, ezt a talajban élő ként oxidáló baktériumok kénsavvá alakítják át (l. a 9. fejezetet).

Európa északnyugati részében, ahol nagyon sok a savanyú talaj, sok meszet használnak talajjavításra. A meszezéskor azonban nem mindig törekszenek arra, hogy a savanyú talaj reakcióját közömbössé vagy pedig gyengén lúgossá alakítsák át. A termések nagyságát ugyanis sokszor bizonyos, a talajban élő gombák okozta betegségek erősen befolyásolják. Ezek a gombák szintén érzékenyek a talaj reakciójával szemben és pedig vannak olyanok, amelyek a savanyúságot jól bírják, míg mások a savanyúságot nem tűrik.

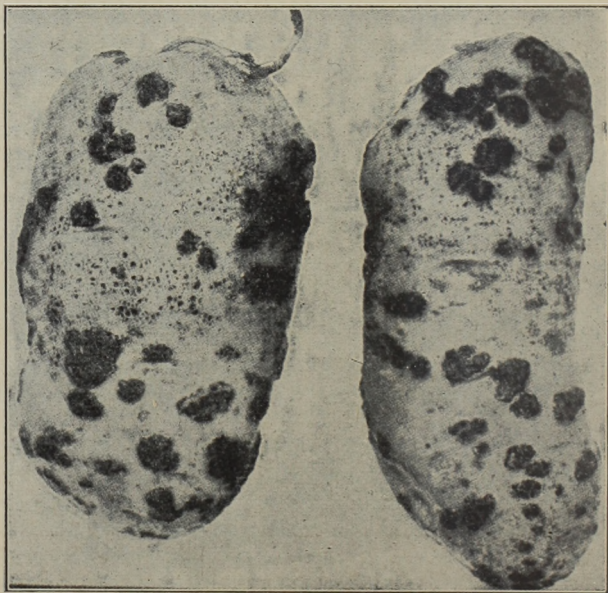
Néhány ilyen betegséget okozó gomba esetében ismerjük a talaj reakciójával szemben tanúsított viselkedésüket.

A répapalánták szártövi rothadását előidéző *Pythium De Barryanum* csak kevésbé tűri a savanyúságot, lúgos talajban erősen fejlődik. Ezért nem célszerű, sőt határozottan káros is lehet, ha a fertőzött talajt meszezzük.

A burgonya varasodását okozó *Actinomyces scabies* szintén kevésbé tűri a savanyúságot, kevésbé, mint gazdanövénye, a burgonya. Ennek a betegségnek fellépte igen nehéz kérdés elé állíthatja a burgonyatermelőt, aki savanyú talaját meszezni kívánja, hogy vetésforgójába a lóherét is bevehesse. Ha nem meszezi, nem termelhet herét, míg ha meszezi, a varasodást okozó gombának kedvezőbb feltételeket teremt és burgonyája varas lesz.

Erre a körülményre tekintettel vannak Hollandiában. Hollandiában savanyú kémhatású humuszos homoktala-

jokon kiterjedt burgonyatermelés folyik, amely sok helyen a varasodástól szenved. Eladni csak sima burgonyát lehet, a varas burgonya nem kereskedelmi áru. (11. ábra.) Ezért a meszezéskor a talaj reakcióját olyan savanyúan tartják,



11. kép. Varas burgonyagumó (BAILEY nyomán).

amilyen reakciójú talajon a búza és a burgonya még jó terméseket adnak. Ilyen savanyú reakciójú talajon azonban a lóhere, a cukorrépa, a bab és a borsó nem adnak nagytermést.

Más betegséget okozó apró szervezetek savanyú talajban érzik jól magukat. Így a káposztavészt előidéző

Plasmodiophora brassicae igen közönséges savanyú talajokban és meszezéssel leküzdhető. (12. ábra.)

A betegséget okozó apró lények fellépte, amint látjuk, bonyolódottá teheti a talajreakció megváltoztatásának kérdését.



12. kép. Káposztavész. A *Plasmodiophora* által megtámadott káposzta gyökerei megvastagodnak és alaktalanokká válnak. A káposzta nem fejleszt rendes fejet (Bailey nyomán).

6. A mész szerepe a termőföldben.

A mész a talaj termékenységének lényeges tényezője. A talajban többféle szerepet is tölt be és talán nincs is a talajnak több olyan alkotórésze, amely oly sokféle feladatot végezne el, mint a mész.

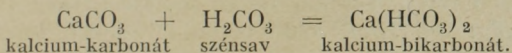
Ha mésről beszélünk, a kalciumnak szénsavval alkotott sóját, a szénsavas meszet értjük, amelynek vegyi jele CaCO_3 . Ennek a sónak egyik alkotórésze a kalcium, a magasabbrendű növények nélkülözhetetlen táplálóanyaga, amelyet csak igen alacsonyrendű algák és gombák nélkülözhetnek. A talajban a kalcium nemcsak szénsavhoz, hanem más savakhoz kötve is előfordul, így megtalálhatjuk salétomsavhoz, kénsavhoz, foszforsavhoz, kóvasavhoz és szerves savakhoz kötve. A talaj kolloidjai, az agyag és a humusz is tekintélyes mennyiségű kalciumot tartalmazhatnak, kicserélhető bázis alakjában. A felsorolt vegyületek valamennyien elláthatják a növényt a szükséges kalciummal, amelynek mennyisége egyébként nem nagy, amiről meggyőződhetünk az alábbi táblázat adataiból, amelyek azt mutatják, hogy egy közepes termés hány kg kalciumot vesz ki a talajból egy hektárnyi területen.

	kg		kg		kg
búza	5·6	borsó	47·8	káposzta ·	88·0
árpa	7·1	bab	17·7	rétiszéna	33·0
rozs	9·8	lencse	25·2	vöröshere	110·0
zab	6·3	dohány ...	80·0	lucerna ..	206·0
tengeri ...	11·0	sárgarépa .	81·0	alma	13·6
burgonya..	17·6	cukorrépa	41·6	szőlő	66·0

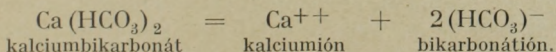
A kalcium élettani szerepe sokoldalú. A növény minden részében megtaláljuk. A sejtnedvben oldott kalcium a plazma sókatáteresztő képességét szabályozza, a kalcium a plazma áteresztőképességének őre, írja LOEB. Szerepe van a kalciumnak a sejtfal felépítésében

lényeges szerepet játszó pektinanyagok képződésében is. Egy fontos feladatát úgy végzi el, hogy a lélekzés közben keletkező szerves savakkal oldhatatlan sókat alkot (pl. sósavas mész).

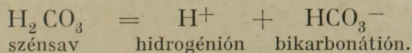
A szénsavas mésznek másik alkotórésze a szénsav-
gyök, CO_3 . Ez a növény táplálásában nem szerepel, a szénsavas mésznek élettanilag közömbös alkotórésze, amely azonban a talajban fontos szerephez jut, amikor bikarbonát-ionná alakul át (HCO_3^-). A szénsavas mész vízben alig oldódik. Egy liter víz szobahőmérsékleten csak 25 mg-ot old föl; ha azonban a víz szénsavat tartalmaz, akkor a kalciumkarbonát kalciumbikarbonáttá alakul át, egy vízben jól oldódó vegyületté. Az átalakulást az alábbi egyenlettel tüntethetjük fel:



A kalciumbikarbonát vízben oldva ionokra bomlik és pedig kalcium- és bikarbonát-ionokra,



A keletkezett bikarbonát-ion az oldatot lúgossá teszi, mert a víz nagyobb mennyiségű bikarbonátiont nem tartalmazhat, minthogy a szénsav igen gyenge sav, amely csak nagyon kis mértékben bomlik ionjaira. A szénsav vízben oldva hidrogén- és bikarbonátionokat ad, az alábbi egyenlet szerint:



A bomlás igen csekély mértékű, ezért ha a vízbe nagyobb mennyiségű bikarbonátion jut, ez a víz hidrogénionjaival el nem bomlott szénsavmolekulákká egyesül. Ilyen módon a víz hidrogén- és hidroxilionjainak egyensúlya megzavartatván, újabb vízmolekulák esnek szét, a hidrogén-

ionokat a bikarbonátión elhasználja, a hidroxiliónok pedig a vízben felhalmozódva az oldatot lúgossá teszik. A kalciumbikarbonát oldata tehát lúgos, a lúgosság azonban nem nagy mérvű, a levegő rendes széndioxid-tartalmának hatására feloldódott szénsavasmész vizes oldatának reakciószáma 8·4, vagyis az oldat gyengén lúgos.

Ilyen gyengén lúgos reakció mellett a legtöbb növény jól fejlődik, vannak azonban olyan növények is, amelyek természetes lelőhelyükön a talaj nagyobb fokú savanyúságához alkalmazkodtak. Ezek meszes talajon nem díszlenek, mert a mészt okozta lúgos reakció nem felel meg nekik. Ilyen meszet kerülő (kalcifób) növények a *Sphagnum* mohok, továbbá a dísznövényként is termelt virágos növények közül a legtöbb *Erica*, *Rhododendron*, *Azalea* és *Orchidea* faj. Ezek mind olyan növények, amelyek eredeti termőhelyükön erősen savanyú talajon élnek. Köztük azonban kivételeket is találunk, ilyen például az *Erica carnea*, amely eredeti termőhelyén gyengén savanyú, sőt közömbös reakciójú talajon is díszlik és amely a kultúrában is jól bírja a talaj gyengén lúgos voltát. A kultúrában egyébként igen gyakran e növények eredeti érzékenysége a talaj lúgos voltával szemben erősen tompul, amely esetben ezek a növények gyengén meszes vízzel is öntözhetők, így például az *Azalea indica* budapesti vízvezetéki vízzel.

Amilyen sokoldalú a mészt életteni szerepe, époly sokoldalú a talajban való szereplése is.

A mészt lényegesen befolyásolja a talaj fizikai sajátosságait. Hatására az agyagos talaj apró részecskéi pelyhekké tapadnak össze, ennek következtében az agyagos talaj fizikai sajátosságai előnyösen megváltoznak. A meszes agyag könnyebben művelhető, a vizet is könnyebben eresztí át. Megváltozik víztartó képessége is, a meszes talaj kevesebb vizet raktároz, aminek következtében könnyebben melegszik fel. Ha

ehhez hozzávesszük még azt, hogy a mész hatására a megfagyott talajba több levegő juthat be, láthatjuk, hogy a meszet tartalmazó agyagos talaj már fizikai sajátságainál fogva is egész más termőhelye a növénynek, mint az ugyanannyi agyagos részt tartalmazó talaj, amelyből a mész hiányzik.

A mésznek az agyagos talaj szerkezetére gyakorolt kedvező hatásának okával már foglalkoztunk ott, ahol azt az összefüggést tanulmányoztuk, amely az agyagos részek által elnyelt kalciumiónok és a talaj kolloid sajátságai közt fennáll (1. fej.).

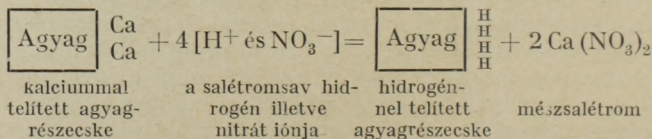
Igen mélyreható változásokat okoz a mész a talaj kémiai sajátságaiban is. Itt a mész szerepe elsősorban abban áll, hogy a humusz-képződéskor keletkező savakat közömbösítse. A humusz-képződés mindig savanyú anyagok keletkezésére vezet, a mész ezeket közömbösíti és így módon hozzájárul az ú. n. szelíd humusz képződéséhez. A szelíd, vagyis kalciummal többé-kevésbé telített humusról pedig tudjuk, hogy egészen más apró lényeknek ad szállást, mint a savanyú humusz. Így nevezetesen a nitrifikáció, a talajban elbomló fehérjék nitrogénjének salétrommá való átalakulása csak szelíd humuszban megy végbe.

A salétrom képződésének egyik nélkülözhetetlen feltétele a kellő mennyiségű szénsavas mész. A salétrom pedig elsőrendű növényi tápanyag, amelyet a növény egészen másképp használ fel, mint az ammoniát, amely a meszet nem tartalmazó talajokban alkotja a növény nitrogénforrását. A salétrom élénkebb táplálkozást tesz lehetővé, a salétrommal a növény jobban tud gazdálkodni, nagyobb mennyiséget is bír el belőle, mint az ammoniából.

A szénsavas mész nemcsak a salétromképződést teszi lehetővé, hanem azt is, hogy bizonyos, a levegő szabad nitrogénjét megkötő baktériumok (azotobakter) is megélhessenek a talajban.

Ezeknél a talaj termékenysége szempontjából igen fontos biológiai folyamatoknál a mész lúgos hatása érvényesül. A mész az apró élőlények, mikróbák életműködése közben termelt savakat közömbösíti és azokat közömbös kémhatású kalciumvegyületekké alakítja át.

A szénsavas mésznek ezt a szerepét a talajban a mésszel telített agyagos részek is elláthatják olymódon, hogy az apró élőlények által termelt savak hidrogénionjait elnyelik és kalcium ellenében cserélik ki, amely az illelő saviónnal megfelelő kalcium-sóvá alakul át. Így például a salétromképződése élénken végbemegy akkor is, ha a talajban nincs szénsavas mész, ellenben vannak kalciummal többé-kevésbé telített agyagos részecskék. Ilyenkor a salétromsav hidrogénionja erős elnyelési energiájánál fogva kalciumot cserél ki az agyagos részecske felszínéről, amely a salétrom-ionnal salétromot ad.



Eközben azonban az agyagos részecske kémiai összetétele megváltozik, az elnyelt hidrogén-ionok savanyúvá teszik, ezáltal romlik fizikai szerkezete is. A talajban végbemenő biológiai folyamatok tehát, amelyek mind savakat termelnek, a talaj fizikai és kémiai sajátosságainak romlására vezetnek. Ennek ellensúlyozása a szénsavas mész feladata, amely a savakat közömbösíti és kalciumionjaival megvédi a talaj agyagos és humuszos részeit az elsavanyodás veszedelmétől. Ilyen értelemben a szénsavas meszet a talajtermékenység őrének is mondhatjuk. Hogy ezt a fontos szerepét teljesíthesse, nem kell nagy mennyiségben jelen lennie, már néhány tized százalék is elegendő arra, hogy munkakörét eredményesen lássa el.

Az elmondottak alapján megértjük azt, hogy a természetben a meszes talajok miért viselnek oly gazdag flórát, ellentétben a savanyú talajok szegényes flórájával. A meszes talajoknak nemcsak fizikai és biológiai állapota kedvező a növények tenyészetére, hanem azok rendszeren bőven tartalmaznak növényi tápanyagokat is. A meszes talajok rendszeren gazdag talajok. Ez arra a kapcsolatra vezethető vissza, amely a szénsavas mésznek a talajban való keletkezésével és felhalmozódásával függ össze.

A talaj mésztartalma és az éghajlat között szoros összefüggés van. Ha nem tekintjük azokat a talajokat, amelyek mésztartalmukat közvetlenül az anyakőzetből kapják, amelyekbe a mész már készen jut, mint valamilyen mészkő törmeléke, vagy pedig amelyek azért meszesek, mert anyakőzetük tengeri eredetű meszes márga, vagy hasonló kőzet, akkor a szénsavas mész jelenlétét mindig éghajlati okokra vezethetjük vissza. A mész ilyenkor a talajt alkotó kovasavas vegyületek mállása útján képződik és ha elég csapadék hull a talajra, elég víz szívárog át rajta, a víz a talajból kioldja a többi mállási termékkel együtt. Ilyenkor sókban szegény talajt kapunk, amely meszet sem tartalmaz. Ha ellenben a talajra hulló csapadék nem elegendő a málláskor keletkező mész kilúgozására, akkor a talajban mész halmozódik fel, más sókkal egyetemben.

A tápláló sókban való gazdagsághoz hozzájárul még a mésznek a nitrogén megkötésében és a talajba kerülő szerves anyag elbomlásának gyorsításában nyilvánuló szerepe, ami azt eredményezi, hogy tápláló anyagokban gazdag, tevékeny talajt kapunk.

7. A túlsók mész okozta sárgaság.

A szénsavas mész, amely a talaj termékenységének igen lényeges tényezője, jótékony hatását már kis mennyiségben is kifejti. A mész sokoldalú feladatát tulajdonképp

már el is végezte akkor, amikor a talaj kolloidjait telítette kalcium-iókkal. Az a mész, ami ezenfelül a talajban marad, főként mint tartalék szerepel. Ennek a mésztartaléknak a nagysága a talajokban igen változó. Vannak olyan talajok, amelyek egyáltalán nem tartalmaznak tartalék meszet, másokban csak nyomokban található, míg más esetekben a tartalék a talaj 40—50%-a, sőt még több is lehet.

A nagymennyiségű meszet tartalmazó talajokban egyes növények, amelyek egyébként a meszet jól tűrik és nem tekinthetők meszet kerülő (kalcifób) növényeknek, roszszul fejlődnek. Leveleik sárgák, nem tartalmaznak elegendő levélzöldet (klorofil), ezért a növény fejlődésében visszamarad és gyakran már fiatalon elpusztul. A növénynek ezt a beteges állapotát, amelyet a sárgaságnak vagy klorózisnak mondunk, több okra vezethetjük vissza, amelyek közt elsősorban kell említenünk azt, hogy a nagyon sok meszet tartalmazó talajokban könnyen megesik az, hogy a talajnedvesség, legalább időnként, olyan sok kalcium-iónt tartalmaz, ami a gyökerek normális táplálkozását meggátolja.

A talajnedvességben oldott növényi tápanyagok közt ugyanis bizonyos ellentétesség (antagonizmus) észlelhető. Igen sok megfigyelés bizonyítja azt, hogy nagymennyiségű kalcium jelenlétében a növény kálifelvétele szenved. Ezeket a megfigyeléseket EHRENBURG „mész kálitörvény” címen egy szabályba foglalta össze, amely így szól: „Ha egy kálival gyengén ellátott növénynek mésszel való ellátását lényegesen növeljük, ezzel a kálifelvételt visszaszorítjuk, ami tetemes károsodást vonhat maga után; a kálitrágyázás egyoldalú fokozásával a növényt a mészelérasztástól megóvhatjuk és kedvezőbb, rendes fejlődésre hozhatjuk.”

Ezt a szabályt sok mezőgazdasági növényen végzett megfigyelés erősíti meg. Így általánosan ismert a sárgacsillagfürt meszet nem tűrése. Ez a növény, ame-

lyet Északnémetországban a homok aranyvirágjának neveznek, itt rendszerint meszet nem tartalmazó talajokon díszlik; ha a csillagfürtös réteket meszezik, a növény sárgaságba esik, sárgul. A sárga csillagfürtnek ezt a „márgabetegségét“ SCHULTZ—LUPITZ már 1871-ben erős káliadagokkal eredményesen gyógyította. Azóta sok kísérletező igazolta azt, hogy a sárga csillagfürt meszet nem tűrése nem abszolút, ez a növény igen meszes agyagos talajokon is szép terméseket hoz erős kálitrágyázás esetén.

Egy másik meszet kerülő hírében álló növény a nemes gesztenye (*Castanea vesca*). FLICHE és GRANDEAU vizsgálatai szerint a Champagneban, oly homokos talajon, amely csak 0·2—0·3% meszet tartalmaz, a fa rendesen fejlődik, míg a szomszédos talajon, melynek felső 10 cm-ében 3·2% és altalajában (30—50 cm közt) 24% mészt van, a fa sárgul, sárgaságba esik és két évnél tovább nem él meg. A kétféle talajon nőtt fa hamujának összetételéből kitűnik, hogy a meszes talajon nőtt fa hamujának rendellenesen kicsi a kálitartalma.

Gesztenye a Champagneban.

Az altalaj mésztartalma	egészséges		beteg fa	
	0·2%		24%	
	levél	fa	levél	fa
hamu	4·80	4·74	7·80	5·71
a hamuban mészt %....	45·37	73·26	74·54	87·30
a hamuban káli %....	21·67	11·65	5·76	2·69

Svájcban igen szép gesztenyetenyészetek vannak a molasszon, mely igen meszes talajt ad. ENGLER ARNOLD szerint azonban ezek az agyagos talajok mind sok kálit tartalmaznak.

Nálunk Magyarországon is nagyon szép szelid gesztenyefákat találunk löszön, egy sok meszet, de sok kálit is tartalmazó talajon.

A magas mésztartalom úgy látszik azonban nemcsak a kálfelvételt befolyásolja, hanem más tápláló anyagokét is.

LOEW kísérletekkel megállapította, hogy a kalcium és magnézium közt bizonyos ellentétesség van; a magnézium sói egyedül még nagy hígításban is, mérgezően hatnak az összes növényekre, a magasabb algáktól felfelé. A magnéziumsóknak ezt a mérgező hatását csak bizonyos mennyiségű kalciumsó jelenléte akadályozza meg. Ezekből a kísérletekből LOEW azt következteti, hogy a táplálóközegben a kalcium és magnézium közt bizonyos tömegviszonynak kell lennie, amely a növény fejlődésére a legkedvezőbb.

Ez a tömegviszony, a mézsfaktor, különböző gazdasági növényeknél eltérő. LOEW és munkatársai azt találták, hogy a gabonaneműekre legkedvezőbb, ha egy molekula mészre egy molekula magnézia esik; a pillangósvirágú és más ilyen levéldús növények aránylag több meszet igényelnek, ezek fejlődésére legkedvezőbb, ha két molekula mészre esik egy molekula magnézia. A dohány és a szőlő olyan növények, amelyek a fölöslegben felvett kalciumot könnyen csapják ki oldhatatlan alakban, ezek akkor is díszlenek, ha a talajban egy molekula magnéziára több molekula mész esik.

Általában véve LOEW tanításai szerint egy bizonyos magnéziumfölösleg lassú méreg módjára hat, míg a nagyobb kalciumfölösleg éhezési tüneteket okoz.

A mész- és a vas-felvétel közt is megfigyeltek összefüggéseket. A nagyon meszes talajokon sárgaságba esett növények levelei gyakran alig tartalmaznak vasat.

A túl magas mésztartalom okozta sárgaság gyógyítható. Mielőtt a beteg növények gyógyításához látnánk, előbb tisztába kell jönnünk azzal, hogy mi okozza a növények sárgaságát. A sárgaságnak ugyanis sokféle oka lehet. Okozhatja a talaj túl nedves volta. A túl nedves talajban a kultúrnövények gyökerei megbetegednek. Ilyen esetben a sárgaság meggyógyul, ha

a talajból a fölösleges vizet árkolással vagy alagsövezéssel elvezetjük. A nitrogén hiánya is sárgaságot okoz. A nitrogénhiány okozta sárgaságot a vashiány okozta sárgaságtól könnyen megkülönböztethetjük úgy, hogy a sárga hajtásokat híg (1—2%-os) vasgálicoldattal megpermetezzük. A vashiány okozta sárgaság rendszeren már néhány napon belül lényegesen megjavul.

A talaj magas mésztartalma okozta vashiány és az ezzel járó sárgaság hatásos ellenszere a vasgálic (ferroszulfát, FeSO_4), amelyet a kertészek már régóta használnak eredményesen a talaj túlmagas mésztartalma által okozott sárgaság gyógyítására. Egy-egy gyümölcsfára, annak nagysága szerint, 2—8 kg durva, porrá tört vasgálicot kell venni, amelyet a beteg fa gyökérvégződéseitájékán kiásott 30—40 cm mély árokba hintünk el és kapával a földdel jól elkeverünk. Azután az árkot ismét beföldeljük és területét alaposan megöntözzük, 8—10 öntözőkanna vízzel. Ily módon kezelve, a beteg fák lombja sokszor már néhány hét múlva szép zöldszínűvé válik, de az is megesik, hogy hatást csak a jövő esztendőben látunk. Ha a baj nagyon előrehaladt, a hatás el is maradhat.

A sárgaság egyébként oly módon is gyógyítható, hogy a növény lombját permetezzük meg híg (1%) vasgálicoldattal. Legújabbán a vasvegyületeket közvetlenül fecskendezik be a megbetegedett fák törzsébe; erre a célra legalkalmasabbaknak azok a vasvegyületek bizonyultak, amelyek a vasat szerves savakhoz kötve tartalmazzák, ilyen pl. a citromsavas-vas, amelyet Kaliforniában nagy arányokban használnak a citromfélék sárgaságának gyógyítására.

Igen hatásos ellenszere a vashiány okozta sárgaságnak a humusz. Azok a nagyon meszes talajok, amelyeken a növények sárgaságba esnek, rendszeren szegények humuszban; ha humusztrágyázásban részesítjük őket, a növények kizöldülnek. Ennek oka abban keresendő, hogy a szerves anyaghoz kötött vas, amelyet a növények jól értékesíte-

nek, még magas mésztartalom és lúgosság mellett is oldható marad, míg a szervesetlen vasvegyületek ilyen körülmények közt vízben oldhatatlanokká válnak.

A talaj túlságos mésztartalma egyébként nemcsak a növény vasszorbát befolyásolhatja károsan, hanem a többi tápanyag felvételét is. Gyakori eset az, hogy a növény a sok meszet tartalmazó talajból nem képes elegendő káliumot felvenni, ezen a bajon kálió k alkalmazásával segíthetünk.

Olyan esetet is ismerünk, amikor a kultúrnövények nemrég meszezett talajokon sárgaságba estek, holott meszezés előtt egészségesen fejlődtek. Egy ilyen érdekes esetet ír le az Egyesült-Államokban levő Rhode Islandi Kísérleti Állomás. Itt az eredetileg nagyon savanyú és a semleges kémhatás eléréséig meszezett táblákon sok növény, és pedig zab, spenót, saláta, tengeri, bab és répa, sárgaságba esett. A sárgaságot vassal nem sikerült meggyógyítani, ellenben teljesen megszűnt m a n g á n v e g y ü l e t e k alkalmazására, amelyek már igen kis mennyiségben nagyon hatásosaknak bizonyultak, 1—2 kg kénsavasmángán adagolására 1 hektáron a spenót visszanyerte zöld színét és lényeges terméstebbletet adott.

8. A termőföld meszezése.

Miután megismerkedtünk azzal a sokoldalú szereppel, amelyet a mész a talaj és a növény életében játszik, lássuk azt, hogyan segíthetünk a mészhiányon.

A talaj mészhiányának orvoslására már régi idők óta használják a szénsavasmész különböző fajtáit. Így már PLINIUS említi, hogy a brittek és gallok rendszeresen használnak meszet földjeik megjavítására. PLINIUS leírásából kitűnik, hogy ezek az ókori népek tudták azt, hogy miképp kell eredményesen meszezni. Így egy helyen a következőket írja: „A heduik és a piktek szántóföldjeiket mésszel trágyázzák, amely anyag igen jónak bizonyult az olajfák

és a szőlő esetében is. A márgát mindig a fölszántott földre kell elhinteni, hogy erejét minél hamarabb beszív-
hassa a föld. Egy kis trágyát is kell vele adni, különösen
azzal a fajtával, amely kezdetben túlkemény és nem oldó-
dik eléggé ahhoz, hogy a növényt táplálja. Egyébként
bármilyen fajtájú is legyen, a talajt kezdetben bántja és
csak az első esztendő után teszi termékennyé.“

A meszeztést a középkor mezőgazdasága is ismeri, az
újkorban pedig a mészhasználatára igen nagy lendületet
vett, különösen Európa északnyugati és az Egyesült
Államok keleti részében, ahol óriási területeken csak a
meszeztés tette lehetővé az intenzív földművelést. Nagy
jelentősége van hazánkban is, ahol több millió hektárnyi
földnek termékenységét fokozhatnók meszezéssel.

A mészhány megszüntetésére a meszet különböző alak-
ban használhatjuk, ilyenek az őrlött mészkő, a
mésztufa, a márga, a cukorgyári mész-
iszap, az égetett mész és az oltott mész.
Ezek egyaránt jól használhatók és hogy melyiket alkal-
mazzuk, az elsősorban az eljárás költségeitől függ.

Elméletileg 100 rész finomra őrlött mészkőnek ugyan-
olyan közömbösítő hatása van, mint 56 rész frissen égetett
mésznek, vagy 74 rész oltottmésznek. A költségek kiszá-
mításakor az anyag árán kívül még számításba kell venni
a szállítás és az elhintés költségeit is.

Lássuk ezek után a talaj mészhányának pótlására
szolgáló anyagok főbb sajátságait, amelyeket alkalmazá-
sunknál tekintetbe kell vennünk.

A talaj meszezésére kiválóan használható a porrá
őrlött mészkő, amelyet erre a célra igen nagy
tömegekben hoznak forgalomba. A mészkő szénsavas
mészből áll (CaCO_3), finomra őrlve hatása gyors, a dur-
ván megőrlött mészkő hatása lassú, inkább csak mint
mésztartalék jöhet tekintetbe.

Hazánkban egyes helyeken igen puha mészkövek for-
dulnak elő, amelyeket a geológus mésztufának

nevez. Ezek kibányászva már légköri hatásokra szétmállanak és apró szemcsékre esnek szét. A szétmállott mésztufa szintén használható a talaj meszezésére. Hatásának gyorsasága a szemcsék finomságától függ. Nálunk ilyen mésztufaport használ az állami szikjavító akció.

Igen finom eloszlású szénsavas meszet tartalmaz a márga. Márga alatt egy agyag és szénsavas mész keverékéből álló kőzetet értünk, mely sokszor földnemű, de igen kemény is lehet. Kibányászva a márga a légköriek hatására idővel finom porrá esik szét. A finom porrá szétesett márga szintén igen alkalmas a talaj meszezésére. Hatása gyors; szénsavas mész-tartalma igen tág határok közt ingadozik, amit alkalmazásakor tekintetbe kell venni. Az Alföldön sok helyen a felszíntől csekély mélységben márgás altalajt találunk, melyet népünk dígóföldnek is hív és egyes helyeken, mint Szarvas vidékén, kiterjedten használ szikesek javítására. Az eljárást magát dígózásnak hívják.

Igen finom eloszlású szénsavas meszet tartalmaz a cukorgyári mésziszap, amely a cukorgyártásnak mellékterménye. A szállításra kerülő mésziszap a szénsavas mészen kívül tekintélyes mennyiségű vizet is tartalmaz, szénsavas mész-tartalma mintegy 50%. Hatása igen gyors és miután egy kevés nitrogént, foszfort és káliumot is tartalmaz, egy kis műtrágyaértéke is van.

A talaj meszezésére igen jól használható az égetett-mész és az oltott-mész is. Az égetett-mész kalciumoxidból áll (CaO), amely vízzel mohón egyesül és oltott mésszé, kalciumhidroxiddá (Ca(OH)_2) alakul át. A levegőn állva az oltott mész széndioxidot vesz fel és lassan szénsavas mésszé változik át (CaCO_3).

Az égetett-mész kemény darabokban kerül forgalomba, használat előtt meg kell oltani, hogy finom porrá essék szét. Legegyszerűbben úgy járunk el, hogy az égetett mészdarabokat kis kupacokba rakjuk és kevés földdel befedjük. A légköri nedvesség hatására a kemény égetett-

mész 1—2 hét alatt oltott mésszé alakul át, finom porrá esik szét, amely a talajjal jól elkeverhető. Az égetett-meszet kis mennyiségben úgy is megolthatjuk, hogy kosárba rakjuk és kosarastól vízbe mártjuk, néhány percig várunk, ezalatt tele szívja magát nedvességgel, majd a kosarat a vízből kihúzzuk és tartalmát kiöntjük. Rövid idő múlva a mész gőzölni kezd, felfúvódik és finom száraz porrá esik szét.

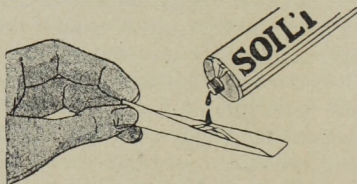
Úgy az égetett-, mint az oltottmész marólúgos anyagok, amelyeket nem tanácsos nagyobb mennyiségben alkalmazni, különösen homokos vagy tőzeges talajokon, amelyeken a meszet célszerűen szénsavas mész alakjában adjuk. Könnyű homokos talajokon, ha savanyúságuknál fogva meszezésre szorulnak, a legjobb eredményt a márga adja, mert a márgával agyagot is viszünk a talajba, amely szintén hiányzik belőle.

Ami a meszezés időpontját illeti, ha szénsavas meszet használunk, azt bármikor elvégezhetjük, a szénsavas mész a növényekre káros hatást nem fejt ki. Gyors hatást azonban csak akkor látunk, ha a meszet a talajjal jól elkeverjük. A mész hatásának gyorsítására célszerű a meszezendő területet előzetesen istállótrágyával megtrágyázni, a mész ugyanis a talajnedvességben oldott szénsav segítségével oldódik; a trágyával a talajba nagyobb mennyiségű gyorsan bomló szerves anyag kerül, a bomláskor keletkező szénsav pedig a meszet ketté-szénsavas mésszé alakítja át, amely vízben jól oldódik (l. 6. fejezet).

Égetett- vagy oltottmeszet nem tanácsos növényzettel borított talajra hinteni a növényekre gyakorolt maró hatása miatt, hacsak célunk nem az, hogy ezt a maró hatást bizonyos növények elpusztítására használjuk fel, így p. ó. a gyepekben elhatalmasodó mohok égetett- vagy oltottmésszel meghintve elpusztulnak.

Ami az alkalmazandó mész mennyiségét illeti, az függ attól, hogy milyen természetű talajt akarunk

meszezéssel megjavítani. Gyengén savanyú talajokon gyakran kevés mésszel (20—30 mm egy hektárra) is elérhetjük célunkat, a talaj nagyobbmértvű savanyúsága esetén azonban ilyen kis mennyiségek nem segítenek lényegesen, ilyenkor nagyobb adagokat kell adni. Az adagolandó mész mennyiségét kísérleti úton könnyen meghatározhatjuk, újabban több laboratóriumi vizsgálati módszert is dolgoztak ki, amelyek megbízható útmutatással szolgálnak (l. 5. fejezet). Mielőtt tehát valamely



13. kép. A talaj reakciójának megállapítása Soiltex-el.

talajt meszeznénk, forduljunk tanácsért valamely talajvizsgáló laboratóriumhoz.

Azt a kérdést, hogy talajunk tartalmaz-e szénsavas meszet, magunk is eldönthetjük úgy, hogy a talajra néhány csepp savat, híg sósavat vagy erős ecetet öntünk. A meszes talaj ilyenkor pezseg. Erős pezsgés több százalék szénsavas mész jelenlétére vall, az ilyen talajt meszezni nem kell. Ha pezsgést nem észlelünk, ez még nem jelenti azt, hogy a talajban nincs elegendő mész, a mész ugyanis jótékony hatását már olyan kis mennyiségben is kifejti, ami savval észrevehető pezsgést még nem okoz. Ilyenkor a meszezés kívánatos voltáról oly módon tájékozódhatunk, hogy megállapítjuk hozzávetőleg a talaj kémhatását, amit a Spurway-féle eljárással könnyen megtehetünk a helyszínén is (13. kép.)

Az eljárás lényege az, hogy egy a közepén kissé összehajtott vízhatlan papíresikra (cerezinpapír) egy kevés

földet teszünk, körülbelül annyit, amennyi egy filléren elfér és azután a talajminta felső végéhez annyi brómtimolkék oldatot cseppentünk, amennyivel azt teljesen átitatjuk és egy percnyi várakozás után megfigyeljük az átszivárgó folyadék színét, amely a fehér papíralapon jól látható. Ha az átszivárgó folyadék kék színű, ez azt jelenti, hogy a talaj lúgos, meszezésre nem szorul; ha a folyadék kékes-zöld színű marad, akkor talajunk közömbös, a meszezéstől csak kivételes esetekben (szikes talajon vagy lucernatermelés esetén) várhatunk eredményt; a talaj gyengén savanyú, ha a folyadék világos-zöld színűvé válik, nagyobb fokú savanyúság esetén pedig a folyadék megsárgul.¹⁾

Ha brómtimolkékkal vizsgálva talajunk savanyúnak bizonyul, a meszezéstől jó eredményt várhatunk. A meszezés eredménye kétséges, ha a talaj közömbös, ilyenkor csak behatóbb laboratóriumi vizsgálat döntheti el a kérdést, míg ha talajunk lúgos, a meszezés szükségtelen.

Nagy jelentősége van a meszezésnek a szikes talajok megjavításában. A szikes talajok egy csoportja meszet nem tartalmaz, talajreakciója savanyú. Ezek a savanyú, meszet nem tartalmazó szikes talajok, amelyek nálunk a tiszai Alföldön nagy területeket borítanak, kedvezőtlen fizikai sajátságaikat annak köszönik, hogy nagyobb mennyiségben tartalmazznak kicserélhető nátriumot. A talaj agyagos és humuszos részeinek kicserélhető bázisai közt a nátrium uralkodik, aminek következtében a talaj kolloidjai messzemenően széteszlott (diszpergált) állapotban vannak. Az ilyen talajok egészen sajátyszerű

¹⁾ SPURWAY eljárását „Soiltex“ néven szabadalmaztatta az Egyesült Államokban, ahol a festéket öntubusban hozzák forgalomba a a szükségelt cerezinpapír csíkokkal és egy színskálával felszerelve. Nálunk a bromtimolkék oldatát üvegedényben a Jurány-cég hozza forgalomba Budapesten, cerezinpapír minden papírkereskedésben kapható ívekben és használat előtt mintegy 8 cm hosszú és 2 cm széles csíkokra aprítandó fel.

fizikai sajátságúak, ami elsősorban a talajnak vízzel szemben való viselkedésében nyilvánul meg. A talaj a vízzel szemben túlérzékeny; amíg a normális agyagos talaj aránylag sok vizet képes elnyelni és átbecsátani anélkül, hogy ez a nagymennyiségű víz a talaj szerkezetében kárt tenne, a nátriummal telített agyagos talaj a vizet nem issza, a víz a talaj szerkezetét tönkre teszi, aminek következményeképp a talaj nedvesen szétfolyik, rendkívül nehezen szárad és ha kiszáradt, kemény, mint a kő.



14. kép. Talajmeszezés.

A meszet nem tartalmazó savanyú kémhatású szikes talajok megjavítására szükséges szénsavas meszet a M. Kir. Földművelésügyi Minisztérium 1928 óta a gazdáknak igen előnyös feltételek mellett bocsátja rendelkezésére. A szikjavító akcióban résztvevő gazdának a meszezt az alábbi utasítás szerint kell végeznie:

„A javításra kijelölt területet a javítás évében fekete ugarként műveljük. Március, április, vagy május havában, amikor a talaj állapota a legkedvezőbb, 18—20 cm mélyen szántsuk föl. A szántás beérése után a földre kat. holdanként 100—150 métermázsa istállótrágyát hordunk és azt azonnal sekélyen alászántjuk. A rögöket a

szántás után hengereléssel, boronálással, vagy tárcsázással apróra törjük és finoman elmunkáljuk. Az ilyen módon gondosan előkészített föld színére a vetés idejéig kat. holdanként átlag 300 métermázsa cukorgyári mésziszapot, vagy 150 métermázsa mészkőport, vagy ugyanannyi mésztufaport terítünk szét úgy, hogy az erősen szikes föld-



15. kép. Búzatermés meszezéssel megjavított szikes talajon
(Karcagi Gazdaképző Iskola).

tokra mindig több mészpor kerüljön. E munkát a legcélszerűbben úgy végezhetjük el, hogy a kapott mészpornak egyharmad részét félrerakjuk és csak kétharmad részét szórjuk szét a földünkön. A félretett mészporthoz pedig utólag, a tél és tavasz folyamán használjuk fel azokra a foltokra, amelyeken a víz még mindig megáll, s amelyek ezzel még mindig erősen mutatják szikes természetüket. A szántásra kiszórt mészporthoz többszöri boronálással, vagy tárcsázással a földdel tökéletesen összekeverjük, beszántani nem szabad, mert ha a mész a szántás alá kerül, a felette levő földet nem javítja meg. A nyár folyamán a boronálást

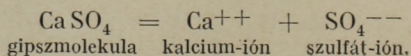
megismételjük mindannyiszor, valahányszor az eső után a talaj felszíne megkérgesedett és összetömődött. Vetőszántás helyett is csak boronálunk, vagy tárcsázunk és az így megmunkált földbe szeptember végén vagy október elején búzát vetünk“ (15. kép).

Ezzel az eljárással a szikes talaj szántott rétege már a mész alkalmazásának első esztendejében feltűnően megjavul. A szántott réteg fokozatos mélyítésével a javulás lefelé is terjed és néhány év alatt a humuszos réteg egész vastagságában szép barnás-fekete porhanyós talajjá alakul át, amelyen az Alföld kötött talajain természetű növények valamennyien eredményesen termelhetők.

9. A termőföld gipszezése.

A meszezéssel kapcsolatosan meg kell emlékeznünk a talaj gipszezéséről is. A gipsz a kalciumnak kénsavval alkotott sója, amely két molekula kristályvízzel alkotja a természetben egyes helyeken nagy tömegekben előforduló kristályos gipszet ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), amely finom porrá őrlve műtrágyagipsz címen kerül a forgalomba. Ha a kristályos gipszet enyhén hevítjük, elveszti kristályvizét, égetett gipszet kapunk, amely megőrölve finom por alakjában kerül forgalomba. Ez a kereskedelembeli gipsz vízzel elkeverve ismét kristályvizet vesz fel és megkeményedik, eme sajátsága miatt nagymennyiségben használják az építkezéseknél. Az égetett gipsz talajjavításra épügy használható, mint a kristályvizet tartalmazó műtrágyagipsz.

A gipsz vízben aránylag nehezen oldható anyag, 1 liter víz mintegy 2·5 gramm gipszet old fel. Oldata közömbös kémhatású, az oldott gipszmolekulák egyrésze kalcium- és kénsavgyök-ionokra (szulfát-ionok) bomlik :



A gipsz ennél fogva a talajban mint a kalcium- és a szulfát-ionok forrása szerepel. Mint kalciumforrás helyettesítheti a talajban a szénsavas meszet, kalcium-ionjai az agyagos részek által elnyelve, elősegítik a kedvező fizikai szerkezet létrejöttét. A humusz fizikai állapotára azonban nem gyakorol lényeges hatást.

Mint közömbös kémhatású anyag a gipsz nem használható a talaj savanyúságának közömbösítésére vagy tompítására, ebben a tekintetben nem helyettesítheti a szénsavas meszet; a gipsz nem közömbösítheti a szerves anyagok bomlásakor keletkező szerves savakat sem.

Bár a gipsz a savanyú talajok közömbösítésére nem használható, mégis savanyú talajokon a gipszezésnek gyakran igen jó hatását látjuk. Feltűnő a gipsz hatása a pillangós virágú növényekre. Ezt a hatását már régóta ismerik; FRANKLIN BENJAMIN a 18. század közepén egy az országút mentén fekvő heretábláján gipszet szórattat el nagy betűk alakjában. A gipszezett helyeken a here csakhamar dús növekedésével tünt ki és az országúton elhaladók üde zöld betűkkel kiírva olvashatták azt, hogy a betűk helyén gipszet szórtak el. FRANKLIN példája a gipszezést divatossá tette, sok gipszet használtak el a legkülönbözőbb növények műtrágyázására. A gipszezés divatja azonban hamarosan elmúlt, mert a legtöbb esetben a gipszezés eredménytelen maradt. Csupán a herefélék esetében mutatkozott állandó jó hatás. A gipszezésnek a herefélékre gyakorolt kedvező hatása részben közvetlen, a gipsz kalciumja a herefélék gyökerén lakó nitrogént gyűjtő baktériumok életműködését kedvezően befolyásolja; részben közvetett és a gipszezés hatására felszabadult kálira vezetendő vissza. A gipsz kalcium-ionjai ugyanis az agyagos részekből kálium-ionokat cserélnek ki, amelyeket a növény közvetlenül vehet fel a talajnedvességből. A felvett káli a here asszimilációját segíti elő, a növény nagyobb mennyiségű cukrot állít elő, amellyel nemcsak önmagát táplálja, hanem a gyökerein

lakó baktériumokat is fokozottabb működésre serkenti, ami által a here nitrogénnel való ellátása is javul.

Azt, hogy gipszezett talajon a here jóval több káliumot vesz fel, mint nem gipszezett talajon, az alábbi elemzés adatai bizonyítják, amelyekből azt is megláthatjuk, hogy a gipsz alkotórészeiből a gipszezett növény nem vett fel lényegesen többet, mint a nem gipszezett.

Here hamujának összetétele (BOUSSINGAULT elemzése) :

	Gipsz nélkül	Gipszelve
Káli	23·6%	35·4%
Mész.....	28·5 „	29·4 „
Szulfátgyök.....	3·9 „	3·4 „

A gipsznek ez a jótékony hatása a herére azonban csak savanyú talajokon észlelhető; közömbös kémhatású, vagy lúgos talajokon a gipsz hatástalan, mert az ilyen talajok amúgy is elegendő kalciumot tartalmaznak, ezért a talajhoz hozzáadott gipsz kalcium-ionjai nem növelik lényegesen a talajnedvesség kalciumtartalmát.

A gipsz a talajban nemcsak mint kalciumforrás szerepel, másik alkotórésze a kénsav- vagy szulfátgyök (SO_4) a növényeknek szintén nélkülözhetetlen tápanyaga. A kénsavgyökből meríti a növény a fehérjék felépítésében nélkülözhetetlen szerepet játszó ként és bár a növények által a talajból felvett kénsavgyökök mennyisége nem nagy, — egy közepes gabonatermés egy hektárnyi területen a talajból 4—11 kg kénsavgyököt vesz fel csupán, míg a nagyon igényes keresztes virágúak és a répa 29—95 kg-ot, — mégis megeshet az, hogy a talaj nem tartalmaz elegendő szulfátot. Ez különösen savanyú talajokon elég gyakori, de megeshet a humuszban szegény nagyon meszes talajokon is. Ilyenkor a gipszezéssel a talajba vitt kénsavgyök a termékenységnak lényeges tényezője.

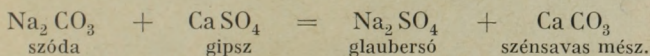
Gipszből műtrágyázási célokra nem célszerű nagy adagokat adni, 400 kg egy hektárra bőséges gipszezésnek

számít. A kénsavgyököt a talaj nem köti meg, azt az esővizek kimossák és ezért a fölöslegben adott gipsz elvész.

A növények kénszükségletét szuperfoszfáttal is lehet fedezni, mert a szuperfoszfát körülbelül 50% gipszet tartalmaz.

Említettük, hogy a gipsz, mint közömbös kémhatású anyag, a savanyú talajok közömbösítésére nem használható és ezen a téren nem pótolhatja a szénsavas meszet. Igen jól használhatjuk azonban a nagyon lúgos talajok közömbösítésére.

A szikes talajok egy csoportja szóda, egy marólúgos anyagot tartalmaz, amelynek közömbösítésére a gipsz bizonyos határig jól használható. Ha a szódás talajt gipszezzük, glaubersó és szénsavas mész keletkezik:

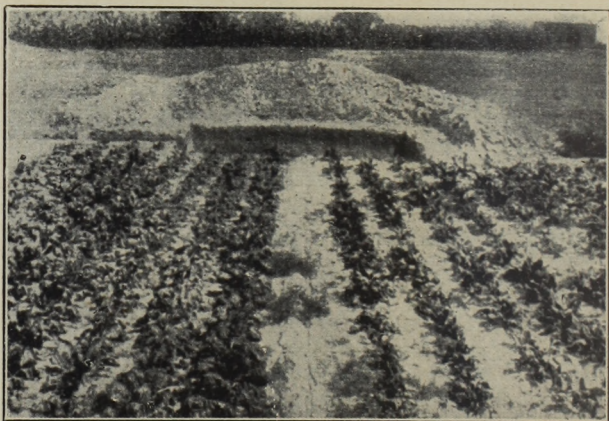


A glaubersó közömbös kémhatású vegyület, a növények is jóval többet bírnak el belőle, mint a marólúgos szódából, amely már igen kis mennyiségben is károsan hat. A gipsz kalcium-ionjai pedig a szikes talaj nátriummal telített agyagos részeibe becserélődnek és azt kalcium-agyaggá alakítják át. Ezzel a talaj fizikai szerkezete is javul és lehetővé válik az, hogy a csapadékvizek a glaubersót a talajból kimossák. Ily módon a talaj megjavulása állandósul (16. kép).

A gipszezés a gyakorlatban csak olyan talajokon alkalmazható gazdaságosan, melyeknek szódatartalma alacsony; nagyobb mennyiségű szóda közömbösítésére olyan nagymennyiségű gipszre van szükség, ami az eljárást nem teszi gazdaságossá.

A szóda közömbösítésére a gipsznél sokkal hatásosabb anyagok a savak. Az Egyesült Államokban végrehajtott kísérletek szerint a kénsavval végzett kísérletek

igen biztató eredményeket adtak. Érdekes módosítása a kénsav alkalmazásának a kénporral való szikjavítás, amikor magában a talajban állítjuk elő a közömbösítéshez szükséges kénsavat. A talajba juttatott kénpor ugyanis a ként oxidáló talajbaktériumok hatására kénsavvá alakul át.



Gipszezve.

Eredeti talaj.

16. kép. Gipsszel megjavított szódás-szikes talaj. A gipszezett talajon a répa egyenletes erős fejlődésű, az eredeti talajon ritka és gyenge (HERKE SÁNDOR kísérlete).

Igen hatásos javító anyagok még az alumínium-szulfát és a vasszulfát is. Ezek savanyú sók, amelyek a lúgosságot közvetlenül csökkentik, az alumínium- és vas-iónok pedig erőteljes koaguláló hatásuknál fogva már kis adagokban is hathatós megjavítói a talaj fizikai szerkezetének. Alkalmazásuknak csupán magas áruk von határt.

10. A termőföld és a víz.

A víz a talaj termékenységének rendkívül fontos tényezője. A növény testének nagy része vízből áll. A növény azonban a talajból lényegesen több vizet vesz fel, mint amennyit testében felhalmoz.

A gyökér által felvett víz legnagyobb részét a növény a levelein keresztül elpárologtatja. Az így elpárologtatott víznek mennyisége igen nagy, messze felülmúlja az összes egyéb tápanyagok mennyiségét. Sok kísérletet végeztek annak a megállapítására, hogy a növény mennyi vizet párologtat el az alatt, mialatt bizonyos mennyiségű új növényi anyagot (szár, levél, termés) hoz létre. Azt a számot, amely azt mondja meg, hogy hány rész vizet párologtat el a növény, mialatt egy rész új növényi anyagot állít elő, párologtatási hányadosnak nevezzük. Ez a szám a növény vízigényeinek mértékéül szolgálhat.

Az alábbi táblázat néhány fontosabb gazdasági és kerti növény párologtatási hányadosát adja meg. A számok több helyen végzett megfigyelések középértékei.

Köles ..	310	Cukorrépa.....	375	Szöszösbükköny	590
Cirok ..	285	Káposzta.....	520	Bab	655
Tengeri	325	Kantalupdinnye	525	Borsó.....	705
Búza ..	500	Görögdinnye...	575	Lóhere.....	760
Árpa ..	525	Burgonya	650	Lucerna	800
Zab ...	600	Repce.....	715	Sárgalucerna ..	810
Rozs ..	635	Tök.....	760	Lóbab.....	750

A fák párologtatási hányadosának átlagértéke HÖHNEL szerint :

	árnyékban	napos helyen
lombos fák	445	495
tűlevelű fák	48	50

Ha e különböző helyeken végzett megfigyelések eredményeit összevetjük, azt látjuk, hogy egyes növények

igen takarékosan bánnak a vízzel, míg mások valósággal pazarolják azt. A párologtatási hányados egyébként nem állandó érték, bőségesen öntözve a növény több vizet párologtat, mint szűkös vízellátáskor, gazdag talajon a párologtatási hányados kisebb, mint sovány talajon.

A növény állandóan vesz fel vizet a talajból. Ha a vízfelvétel megszakad a növény levelei rögtön fonnyadni kezdenek.

A növény külső megjelenése nagymértékben függ attól, hogy mennyi víz áll rendelkezésére. A tartósan szűkös vízellátásban részesülő növény törpe növekedésű, levelei kicsinyek és szürkés-zöld színűek, gyakran erősen szőrösök, termése hamarabb érik, ezeket a tüneteket a homokos talaj növényein jól észlelhetjük. Bővebb vízellátással a növény nagyobb termetű, gyökerei is erősebben fejlődnek, levelei nagyok és üde zöldek, a termés később érik; igen bő vízellátás mellett a gyökerek visszafejlődnek, a levelek még nagyobbak, a termés beérése pedig még inkább késik.

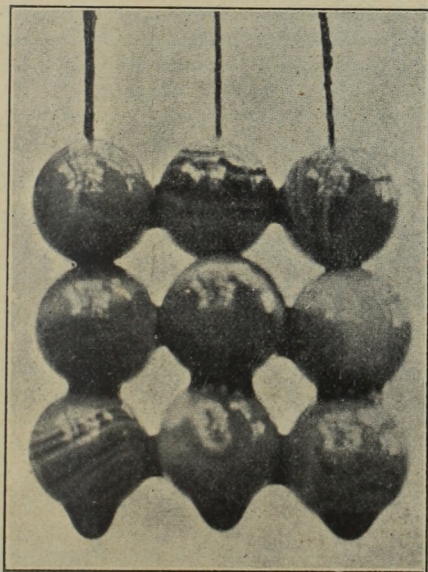
Igen nagy hatással van a növény vízzel való ellátása a termés minőségére is, a szűkös vízellátás bizonyos fokig kedvezően hat a növényekben előforduló illatos anyagok képződésére, amelyek a gyümölcs zamatját okozzák.

A talaj víztartalma nemcsak a rajta termő növény-életet befolyásolja igen nagy mértékben, hanem a talajban élő apró élőlények életműködését is. A talaj hasznos mikróbái annál élénkebben működnek, minél több nedvességhez jutnak; a talaj nedvességtartalmának fokozása csak akkor válik károsná, ha az a talaj szellőzőttségének rovására megy.

A víz ezenkívül még lényegesen befolyásolja a talajban végbemenő kémiai átalakulásokat is, amelyeket kémiai mállás néven foglalunk össze. A kémiai mállás hatására növényi tápanyagok keletkeznek, amelyeket a növény a talajnedvességben oldva vesz fel.

Miután láttuk azt, hogy milyen fontos és sokoldalú tényezője a víz a talaj termékenységének, vizsgáljuk meg, hogy mi történik a talajban az eső- vagy öntözővízzel.

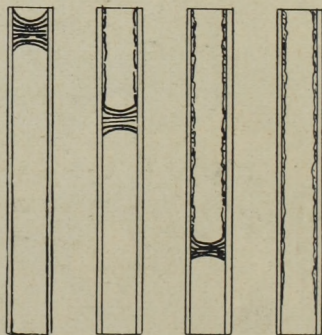
Amikor az esővíz a földön átszivárog, a víznek egy



17. kép. A vízbemártott tárgyak felszínét összefüggő vizeshártya veszi körül (HALL nyomán).

része a talaj szemcséihez tapadva visszamarad. A talaj szemcséit vékony vizes hártya borítja be. A víznek ugyanis nevezetes sajátsága az, hogy a vele érintkező tárgyakat megnedvesíti, egy kevés víz hozzátapad a tárgyhoz, amelyet belemártunk (17. kép). Ugyanígy tapad a víz a talaj részecskéihez is. A talaj részecskéi közt apró

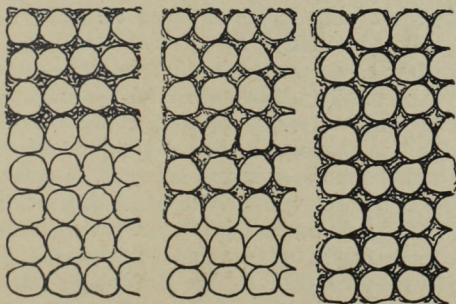
üregek és nyílások vannak, melyek nagyon hasonlóak azokhoz, amelyek a tálba kiöntött sörétszemek közt vannak, csak hogy sokkal kisebbek. Ezek az üregek összefügnének egymással, finom csöveket alkotnak, amelyek a talaj felszínétől a mélységbe vezetnek és levezetik a vizet. Persze ezek a finom csövecskék nem egyenesek, hanem sokszorosan megtört, szabálytalan, hol kitáguló, hol összeszűkülő csatornák, mindamellett úgy működnek, mintha egyenes, finom csövek volnának.



18. kép. A vízcsepp útja üvegcsőben.

Képzeljük el, mi történik, ha egy finom csövön vízcsepp folyik át. A vízcsepp mindig kisebb lesz és maga után vékony, vízes hárttyát hagy, amely a cső falát benedvesíti (18. kép). Ugyanez megy végbe akkor, amikor a víz a talajon szivárog keresztül. A víznek egyrésze a talaj szemecskéihez tapadva visszamarad. Ha elegendő víz jut a talajba, akkor minden egyes talajszemecskét ilyen vízes hárttya vesz körül. De nemcsak a talaj részecskéit veszi körül ilyen vízes hárttya, hanem a földben levő gyökeret is. Ebből a vízes hárttyából meríti a gyökér az élethez szükséges vizet (19. kép).

Mitől függ az, hogy a talaj mennyi vizet tud raktározni? A talajnak vizet raktározó képessége a talajrészecskék finomságától függ. Minél finomabbak a részek, annál több vizet tart vissza a talaj. Ennek következtében az agyagos talajok sokkal több vizet tudnak raktározni, mint a homokos talajok. Így p. o. jóminőségű, nem túlságosan agyagos földek ily módon körülbelül 20% vizet tudnak visszatartani, ami azt jelenti, hogy egy méter



19. kép. A vízsepp útja a talajban.

vastag talajréteg 20.000 hektoliter vizet raktároz 1 hektárnyi területen.

A gyökér azonban nem tudja a vizes hártályokban levő nedvességet teljes egészében felvenni. A vizes hártályak meglehetősen erővel tapadnak a talaj szemcséihez, ez az erő annál nagyobb, minél finomabbak a talaj részecskéi és minél vékonyabbak a vizes hártályok. Amíg a hártlya vastag, a gyökér szívóereje legyőzi a hártlya tapadását és a gyökér vizet vesz fel; amint a hártlya vékonyabbá válik, tapadása fokozódik és ha a hártlya olyan vékonyra lett, hogy a talajrészecskéihez nagyobb erővel tapad, mint amilyen a gyökér szívó ereje, a gyökér nem képes vizet felvenni és a növény hervadni kezd. Ha ilyenkor

meghatározzuk a talaj víztartalmát, egy számot kapunk, amelyet *hervadási számnak* mondunk. A hervadás az agyagos talajokon jóval magasabb víztartalom esetében következik be, mint homokos talajon. Így pl. o. BRIGGS kísérleteiben amikor a búza hervadni kezdett, a finom homokos talaj 2·6% nedvességet tartalmazott, a finom homokos vályogtalaj 9·7%-ot, míg az agyagos vályog 16·3%-ot. HILGARD megfigyelései szerint az almafa 8·3% nedvességtartalom mellett kitűnő állapotban volt könnyű agyagos talajon, míg nehéz agyagos talajon 12·3% víztartalom mellett a fa sínylődött.

A talajokban a víz nemcsak lefelé folyik, hanem fölfelé is mozog. Az előbb említett vizes hártýáknak nevezetes sajátága ugyanis az, hogy mindig a nedvesebb helyről a szárazabb felé mozognak. Ha a talaj felszínén a föld kiszárad, akkor azok a vizes hártýák, amelyek itt a talaj részecskéit körülveszik, vékonyabbak lesznek. Amint azonban vékonyodnak, a lejjebb levő vizes hártýákból a víz lassan átfolyik a kiszáradó hártýákba, így ezek újabb nedvességhez jutnak. Ez a folyamat mindaddig tart, amíg csak a lejjebb levő részekben nedvesség van.

Így pótolja a talaj azt a nedvességet, ami a felszínéről elpárolog, vagy amelyet a gyökerek vesznek fel. Ez a pótlás mindig a talaj részecskéit körülvevő vizes hártýák közvetítésével megy végbe. Ezek a vizes hártýák lassan mozognak. Ha a párologás túl gyors, akkor megeshet, hogy a hártýák nedvessége nem tudja elég gyorsan pótolni az elpárologó vizet. Ilyenkor a talaj felső része teljesen kiszárad, a benne levő hártýaalakú nedvesség elfogy és a hártýák közti összefüggés megszakad. Ekkor a víz már nem tud tovább emelkedni, hanem megmarad a mélyebben levő részekben. Az a száraz földréteg, amely a talajt beborítja, megvédi a mélyebben levő nedvességet az elpárologástól.

Ha a talajban lefelé szivárgó nedvesség útjában akadályhoz jut, amely nem engedi tovább, így például

tömött kőzet-, vagy átázott agyagréteghez, megáll. A meggyűlő víz a talaj összes üregeit kitölti, ha az ilyen vízzel telített talajrétegbe gödröt ásunk, a gödör megtelik vízzel, kutat kapunk. Ezt a vizet, amely a kutatak táplálja, talajviznek hívjuk.

A talajvíz szintje fölött a talaj többé-kevésbé telítve van nedvességgel. A víz a talaj finom üregeiben egy bizonyos magasságig felemelkedik a hajszálcsovésség erőinél fogva. Ha finom dróthálóval elzárt üvegcsőbe földet teszünk és az üvegcsövet vízbe állítjuk, azt látjuk, hogy a víz a talajban felemelkedik. Az emelkedés magassága a talajszemcsék finomságától függ; durva homokban néhány centiméternyi csupán, az emelkedés azonban gyors, néhány perc alatt befejeződik; finom homokban a víz 30—40 centiméterre is felemelkedik, az emelkedés azonban lassabban halad, néhány nap alatt éri el a maximumot; finom kölisztben a víz 2·5 méterre is felemelkedhet, az emelkedés azonban rendkívül lassú, egy esztendőnél tovább is eltart. Ha jó morzsás szerkezetű, agyagos talajjal töltjük meg az üvegcsövet, azt látjuk, hogy az első órában a víz 10—15 centimétert emelkedik; a további emelkedés igen lassú és több hónapig kell várunk, amíg a legmagasabb értéket elérjük, amely az egy métert nem éri el. Ennek a hajszálcsovésség útján, kapillárisan felemelkedő talajviznek régebben nagy jelentőséget tulajdonítottak a növény gyökereinek vízzel való ellátása körül, újabb vizsgálatok azonban azt bizonyítják, hogy szerepe nagyon alárendelt. KEEN Angliában három éven át folytatott méréseiből az tűnik ki, hogy durva homokos talajban a talajvíz kapilláris emelkedése legfeljebb 35 centiméter, finom homokos talajban legfeljebb 70 centiméter és nehéz agyagos talajban 85 centiméter. Ennél magasabbra a talajvíz kapillárisan nem emelkedik és ezen a távolságon túl nem is jöhet tekintetbe a növények vízzel való ellátásában. Abban az esetben, ha a talajvíz mélyen van, a növények elsősorban arra a nedvességre

vannak utalva, amely a talaj felső rétegeiben a talajszemcsékhez tapadva, azokat nedves hártyával veszi körül. Ennek a nedvességnek megőrzése rendkívül nagy jelentőségű a talaj termékenysége szempontjából. Lássuk miként vihető végbe.

A talajban levő nedvesség megőrzésének igen hatásos módja az, ha megakadályozzuk a víznek a talaj felszínéről való elpárolgását. Ezt pedig úgy érhetjük el, ha a talaj felszínét meglazítjuk. A meglazított talajban a nedves hártyák összefüggése megszakad, ennek következtében a víz nem emelkedik a felszínre és nem párolog el. A meglazított feltalaj kiszárad ugyan, alatta azonban a talaj nedves marad.

A talaj megművelésével nemcsak a víz közvetlen elpárolgását akadályozzuk meg, hanem elpusztítjuk a gyomokat is, amelyek rendszeren erős növekedésű növények és igen tekintélyes mennyiségű vizet vesznek fel a talajból és párologtatnak el leveleiken keresztül.

A talaj megművelése és gyomoktól mentesen való tartása olyan hathatós módja a nedvesség megőrzésének, amellyel egy esztendő csapadékát a következő esztendőig is képesek vagyunk megőrizni, ami által a növénytermelés igen száraz éghajlatú vidékeken is lehetővé válik. Ez az alapja a *dry farming*-nak (száraz gazdálkodás ellentétben az öntözéses gazdálkodással) nevezett gazdálkodási módnak, amelyet olyan vidékeken üznek, ahol egy év csapadéka nem elég egy rendes termés beéréséhez; ha azonban ezt a csapadékot megőrizzük a következő esztendőig, a két esztendő egyesített csapadékával kielégítő termést kapunk.

A talajnedvesség megőrzésének egy másik hathatós módja az, hogy a talajt beárnyékoljuk, szalmával, vagy lombbal befödjük. Ezt az eljárást a kertészek már régóta alkalmazzák kitűnő sikerrel. A sűrűn álló növényzet állandó árnyéka is hathatósan akadályozza meg a talajnedvesség elpárolgását.

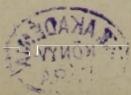


A Rajna vidékén a szőlő talaját gondosan kövekkel földik be; a kötögető alatt a talaj nyáron jóval nedvesebb, mint a be nem fedett helyeken. A kötögető nedvességet megőrző hatását a Földközi-tenger vidékén gazdálkodók is nagyra becsülik. Igen jó hatását látjuk kertjeinkben az alpesi növények termesztése közben. A havasi növények igen érzékenyek a talaj kiszáradásával szemben, megmaradnak azonban, ha a talajt apró kődarabkákkal sűrűn behintjük.

A vízhiányon igen hathatósan segíthetünk öntözéssel. Öntözni minden talajt lehet, csak helyesen kell megválasztanunk a megfelelő öntözési eljárást. Az öntözési eljárások ismertetése azonban túlhaladja e kis könyv kereteit, az érdeklődő a könyv végén levő irodalmi jegyzékben több munkát is talál felsorolva, amelyből az öntözés módját és lehetőségeit megismerheti.

Megeshet néha az is, hogy a párolgást nem csökkenteni, hanem fokozni akarjuk, azért, hogy a mélyebb rétegekben levő nedvességet a felszínre hozzuk. Különösen magvetés után ez nagyon kívánatos lehet. A magvetés előtt ugyanis a talajt finomra kell törnünk, hogy jó ágyat készítsünk a magvaknak. Ez a művelet a talaj legfelső részét, amelybe a magvak kerülnek, kiszárítja. Gyakran annyira kiszárad a feltalaj, hogy a magvak kicsirázásához szükséges nedvesség hiányzik belőle. Ha ilyenkor a talajon nehéz hengert húzunk végig, a talaj részecskéit összenyomjuk, közelebb hozzuk egymáshoz. Ezzel azt érjük el, hogy a vizes hárttyák több ponton függnek össze, könnyebben mozognak. Ennek következtében a víz gyorsabban jut a felszínre.

Ha tehát meghengereljük a talajt, akkor a mélységből vizet hozunk fel, a feltalaj nedvesebbé válik és a magvak kicsirázhatnak benne. Amint azonban a kis növénykék kibújnak, a feltalajt ismét meg kell lazítanunk, kapálnunk vagy fogasolnunk, hogy a benne levő nedvességet megőrizzük.



11. A termőföld és a levegő.

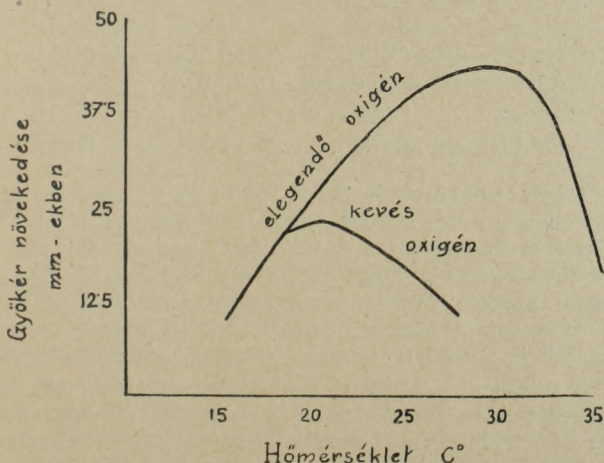
A száraz talaj pórusait levegő tölti ki, a talajba behatoló víz a levegőt kiszorítja. Minél nedvesebb a talaj, annál kevesebb levegőt tartalmaz; az olyan talajban, amelyben a víz a pórusokat kitölti, levegőt nem találunk.

A talaj levegőtartalma igen fontos tényezője a talaj termékenységének. A növény földalatti részei szintén lélekeznek, a lélekzésükhöz szükséges oxigént a talaj levegőjéből merítik. Lélekzésük közben széndioxidot termelnek, amely a talaj levegőjébe jut és ott mérgező hatást fejt ki, ha nagyobb mennyiségben halmozódik fel.

A növények a levegőhiánnyal szemben nem egyformán érzékenyek. Sok növény gyökerei igen kevés oxigént tartalmazó levegőben is megélnek, így például CANNON vizsgálatai szerint a rizs és számos fűzfajta gyökerei megélnek még olyan levegőben is, amely csak 0.5% oxigént tartalmaz; más növények igen sok oxigént kívánnak, a tengeri és a borsó teljes kifejlődéséhez a levegő rendes oxigéntartalma (21%) nem is elegendő. Magasabb hőmérsékleten a gyökérnek több oxigénre van szüksége, mint alacsonyabb hőmérsékleten. Ez jól kivethető CANNON-nak gyapottal végzett kísérleteiből, amelyek eredményét a mellékelt görbe tünteti fel (20. kép.) Az ábrából látjuk, hogy 20 C-fokig a gyökér egyformán fejlődik alacsony és rendes oxigéntartalmú levegőben, 20°-on túl azonban csak a normális oxigéntartalmúban fejlődik tovább, 30°-on a magas hőmérséklet káros hatása érvényesül. Erre a körülményre figyelemmel kell lennie a kertésznek olyan növények nevelése közben, amelyeket meleg talpra állít, hogy nagyobb gyökérfejlődésre serkentse őket. Az ilyen növényeket jól szellőző talajba kell ültetni és vigyázni kell arra, hogy túl sok vizet ne kapjanak, ami a talaj szellőződését megakadályozhatná.

A talaj levegője mindig tartalmaz széndioxidot, amelynek mennyisége a növény földalatti részeinek lélekzését

erősen befolyásolja. Számos vizsgálat bizonyítja azt, hogy a szabályszerűenél nagyobb széndioxid-tartalom a gyökerek fejlődésére káros. LUNDEGARD vizsgálatai szerint már 1% széndioxid is igen káros lehet. Érdekesen befolyásolja a széndioxid a magvak csírázását. Sok növény magja a normálisnál több széndioxidot tartalmazó levegőben nem csírázik, még ha egyébként a körülmények (nedvesség



20. kép. A gyepotcserje gyökereinek növekedése különböző hőmérsékleteken, kevés és elegendő oxigén jelenlétében. (CANNON nyomán).

hőmérséklet) kedvezőek is. Ha az ilyen magvak mélyen jutnak a talajba, ott évekig is elfekhetnek, a széndioxid által érzéktelenítve; ha azonban az eke a felszínre hozza őket, kicsíráznak. BRENCHELY Angliában élő *Atriplex patula*, *Polygonum aviculare*, *Veronica Tournefortii* és más magvakat talált 12 cm mélyen olyan gyeppel borított talajban, amely 60 évvel ezelőtt szántóföld volt.

A mi éghajlatunk alatt a megművelt földek levegőjének összetétele nem különbözik lényegesen a föld felett levő levegőnek összetételétől. Ennek bizonyítására szolgáljanak LAU adatai, aki egy egész esztendőn át vizsgálta a talaj levegőjének összetételét. A táblázat adatai 30 cm mélységre vonatkoznak, a 15 és 60 cm mélységből vett levegőminták összetétele hasonló volt.

	Oxigén	Széndioxid
Homokos szántóföld.....	20·6%	0·16%
Agyagos szántóföld.....	20·6 „	0·23 „
Tőzegetes szántóföld	20·0 „	0·65 „
Föld felett a levegő	21·0%	0·03%

A szántóföld levegője tehát valamivel kevesebb oxigént tartalmaz, mint a föld felett levő levegő, széndioxid-tartalma azonban nagyobb. Fűvel borított talajban a felszínhez közel levő gyökerek élénk lélekzése következtében a széndioxid-tartalom magasabb értékeket is érhet el; a rothamstedi kísérleti állomás adatai szerint a gyeptalajának levegője átlag 1·6% széndioxidot tartalmaz.

A talajban nemcsak a gyökerek, hanem a talaj apró szervezetei, mikróbák és más nagyobb élő lények is, szintén tekintélyes mennyiségű széndioxidot termelnek.

A mikróbák és a gyökerek lélekzése útján létrejött széndioxidnak a talajból el kell távoznia és helyébe friss levegőnek kell a talajba jutnia.

A talaj légcsereje a normális talajban igen élénk. ROMELL svéd kutató a talajból kiáramló széndioxidnak mennyiségét mérve, azt találta, hogy egy nyári napon 24 óra alatt 1 m² felületen át 7—10·5 liter széndioxid távozott a talajból. ROMELL számításai szerint a talaj levegőjének 20 cm mélységig óránként meg kell újulnia, máskülönben összetétele lényegesen megváltozik. Ha a légcsere másfél órára megakad, a talaj széndioxid-tartalma máris megkétszereződik.

A talaj légcseréje a pórusokon keresztül megy végbe, a ki- és beáramló levegő a pórusokban mozog. A pórusok méretei csak akkor befolyásolják lényegesen a levegő kicserélődését, ha átmérőjük 0.0001 milliméternél kisebb. Az ilyen szűk járatokban a levegő nehezen mozog. A talaj légcseréjét teljesen megakadályozza az, ha a pórusokat víz tölti ki. Ez a jó morzsás szerkezetű talajokban csak ritkán, igen nagy esők után következhet be és akkor is csak rövid időre, mert a morzsás szerkezetű talajból a fölös víz hamarosan elfolyik és utat nyit a levegőnek. Ezért a talaj szellőződése szempontjából is rendkívül fontos a morzsás szerkezet megőrzése.

Előfordul azonban az az eset is, hogy a talajból a víz elfolyani nem tud; ilyenkor a fölös vizet el kell vezetnünk, hogy helyébe levegő jusson. Ez legegyszerűbben úgy érhető el, hogy árkokat ásunk, amelyeken át a fölösleges víz elfolyik. Mivel a nyílt árkok a szántóföldek művelését nagyon megnehezítik és sok helyet is foglalnak el, az árkokba kiégetett agyagsöveket fektetünk úgy, hogy a csövek szorosan egymáshoz érjenek és azután az árkot betemetjük. A víz ekkor az agyagsöveken át folyik el. Ezt az eljárást *alagcsövezésnek*, vagy angol néven *drainage-nak* nevezzük. A fölös víznek olymódon is készíthetünk utat, ha erre a célra szerkesztett, ú. n. vakondekével a talajba mesterséges vakondmeneteket, ú. n. *vakond-draineket* túrunk.

Az alagcsövezés sikere sok feltételtől függ. Mielőtt alagcsövezéshez fognánk, meg kell állapítanunk azt, hogy hová vezethetjük el a vizet és csak ha ezzel tisztába jöttünk, gondolhatunk arra, hogy a csöveket milyen mélyen és egymástól milyen távolságra helyezzük el. Ennek a kérdésnek eldöntése csak a helyszíni viszonyok pontos ismerete alapján lehetséges és ezért legjobban tesszük, ha az alagcsövezési munkálatok végrehajtása előtt tanácsért fordulunk a legközelebbi m. kir. kultúr-mérnöki hivatalhoz.

Az alagsövezés hatására az agyagos talajok mélyreható átváltozáson mennek keresztül. Az állandóan nedves, agyagos talaj egyenletes, pépes, vizet nehezen átengedő tömeg; míg ha gyakran kiszáradhat és újból átnedvesedhet, összeropedezik és morzsássá lesz. Az alagsövezéssel a kiszáradásnak és újból való átnedvesedésnek váltakozását tesszük lehetővé, ennek eredményeképp a talaj vizet és levegőt átteresztővé válik. Ennek folyamánya az is, hogy a talajnak az a része, amelyik az alagsövek fölött van, még erős esők vizét is magába tudja fogadni, a fölösleg pedig az alagsöveken át rövidesen elfolyik. Ez a 120—150 centiméter vastag talajréteg több vizet tud raktározni, mint amennyire a gyökereknek a tenyészeti idő alatt szükségük van. Az alagsövezés tehát megakadályozza az esővíz elfolyását és a talajt lazává, vízetátersztővé teszi, a talaj a víz megőrzésére és a gyökerek befogadására alkalmasabbá válik.

A talaj tökéletlen szellőződésének következményeit jól figyelhetjük meg a túlmélyre ültetett fák on, továbbá a városi utcákat szegélyező fasorokon.

A fák gyökerei a mélybe igyekeznek s addig jutnak le, amíg elegendő levegőt találnak. A sok oxigént igénylő fák gyökerei kisebb mélységig hatolnak le, mint a kevesebb oxigént igénylőké; jól szellőzött talajban ugyanannak a fafajnak a gyökerei sokkal mélyebbre jutnak le, mint levegőszegény talajban.

A faiskola talaja rendesen igen jól meg van lazítva, a laza talajban a fa bőségesen fejleszt gyökereket; ha az ilyen fa kötöttebb talajba kerül, kevesebb levegőt kap, amit a növény megérez ugyan, de alkalmazkodik hozzá. Ha azonban túlmélyre ültetjük, a levegőhiány olyan nagy lehet, hogy ezt a növény tartósan megsínyli.

Ha a talaj levegőtartalma hirtelen megváltozik, pl. árvíz esetén, a gyökerek egy ideig még tovább élnek, ilyenkor a lélekzésükhöz szükséges oxigént a növény testében levő vegyületek szolgáltatják. A lélekzésnek ezt a

módját intramolekuláris lélekzésnek mondjuk, segítségével a gyökér egy ideig eltengeti életét, idővel azonban elpusztul és a talajban élő gombák táplálékává válik, elrothad. Árvizek gyakran tekintélyes mennyiségű hordalékot, iszapot és földet raknak le és ilyen módon emelik a térszint; az ilyen feltöltésnek éppolyan hatása van a fákra, mint a túlmélyre való ültetésnek. Új parkok létesítésekor is gyakran megesik, hogy fel kell tölteni olyan helyeket, ahol fák vannak.

A túl mélyre ültetett, vagy pedig feltöltött fák sorsa lényegesen függ a fa természetétől is. A fűz és a nyár pl., amely a felszínhez közel gyorsan tud új gyökereket hajtani, túléli eredeti gyökérzetének elpusztulását. A törzs aljából közvetlenül a felszín alatt új gyökereket tudnak hajtani még a szil, a hárs, a lucfenyő; mások azonban nagyon érzékenyek a mélyreültetéssel szemben, mint pl. a nyír, a legtöbb juhar, tölgy, a platán, a dió, a bükk és a rózsza családjába tartozó fák. A legtöbb tüvevelű fát sem tanácsos mélyre ültetni. BOUCHÉ szerint sok bokrot célszerű mélyebbre ültetni, mint amilyen mélyen állt a kiültetés előtt, mert ilyenkor a földdel elborított szár új gyökereket hajt, ami a bokor megerősödését lényegesen elősegíti. Ilyenek a *Calycanthus*, *Cornus alba* és *C. Sibirica*, *Ribes*, a legtöbb *Spiraea*, a *Viburnum opulus*, *Aesculus macrostachys*, *Symphoricarpos*, *Ligustrum*, *Rosa gallica* és mások. Sekélyen ültetendők azonban: *Caragana*, *Berberis*, *Colutea*, *Cornus mas* és *C. sanguinea*, *Corylus*, *Cytisus*, *Rhamnus*, *Sambucus*.

A gyümölcsfák ültetésekor az erőteljes (vad) alanyra oltott fákat célszerű úgy elhelyezni, hogy a gyökér nyaka a talaj felszínének síkjában maradjon, vagy egy kissé kiálljon. A törpe alanyra (Doucín és paradicsomi alma) oltott almafákat és a birsre oltott körtefákat ellenben legalábbis olyan mélyre kell ültetni, hogy az oltás helye a talajjal egy szintbe kerüljön, vagyis az alany egészen föld alatt legyen. Ez a mellékgyökerek képződését elősegíti

és a természettől fogva inkább gyengébb növekedésű alany megerősödését elősegíti.

A talaj hiányos szellőződése okozza a legtöbb esetben az *utcai fasorok* fáinak siralmas állapotát és korai elpusztulását. A kövezettel páncélozott talajba a levegő csak a fa törzse körül meghagyott tányérokön át juthat be. Fiatal fák ifjénekeit ez kielégítheti, különösen, ha a tányér felszínét lazán tartják; idősebb fáknak azonban ez nem elég. A gyökér levegőhiányának következményeképe a fák korán hullatják lombjukat. A bajon a fák bőséges öntözésével nem segítünk, sőt a túlságos öntözés még növeli a levegőhiányt. A bajon SORAUER szerint inkább úgy segíthetünk, ha a kövezet alatt mintegy fél méter mélységben alagsöveket helyezünk el, körülbelül olyan távolságra a fasortól, amennyire a fiatalabb gyökerek elhatolnak. Nagy szárazság esetén ezek az alagsövek a fák öntözésére is szolgálhatnak úgy, hogy az öntöző vizet az alagsövekbe eresztjük és onnan szivárogtatjuk a talajba.

Levegőhiány okozza igen gyakran a *műkedvelő kertészek kultúrájának* pusztulását. A fölös öntözővíz elvezetésére a virágcserep alól ki van lyukasztva; mielőtt a cserepet földdel megtöltenék, a lyukat egy darabka csereppel befödjük azért, hogy a föld azon keresztül ki ne hulljon. A virágcserep alján levő nyílásnak rendkívül fontos szerepe van; ha bármilyen oknál fogva eltömődik, a fölös öntözővíz a cserepből nem folyhat ki, a cserep földjében levegőhiány áll be, a föld elromlik, a gyökerek megbetegednek, megbarnulnak és megpuhulnak. Az ilyen beteggyökerű növények hamarosan elpusztulnak; a pusztulás első jeleként erős lombohullást észlelünk, amely a hajtások alján kezdődik és fokozatosan az egész növényre kiterjed; végül a növény teljesen elszárad. A víz hiányos elvezetésére vall az is, ha a cserep földjének felszínén fehér, vagy barnásszínű kemény kéregt látunk. Ez a kéreg főleg szénsavas mészből áll, amiről könnyen meggyőződhetünk, ha a talaj felszínéről egy keveset lekaparunk és ecettel

megcseppentjük, a kéreg ekkor erős pezsgés közben feloldódik. Meszes kéreg csak olyankor képződik, ha a cserép alján levő kis nyílás nem végzi el tökéletesen feladatát; ilyenkor az öntözővíz fölöslege nem folyik ki a cserépből, hanem a talaj felszínéről párolog el, a talajból feloldott mész pedig visszamarad.

A virágserepet legtöbbször tányérba állítjuk, ami a virágasztalkák tisztasága szempontjából igen kívánatos is. Ezekben a cseréptányérkákban összegyűlik a fölös öntözővíz, ami, ha azt ott állva hagyjuk, gyakran a növény elpusztulását okozza. A gyökérvégződéses állandóan vízben lévén, levegőhiány miatt elhalnak; a gyökér elpusztulását pedig nyomon követi a lomb elhalása. Az ilyen növényeket, ha idejekorán észrevesszük a bajt, sokszor megmenthetjük úgy, hogy tiszta homokba ültetjük át és meleg, félárnyékos helyre állítjuk őket.

12. A termőföld hőmérséklete.

A növények fejlődését igen nagy mértékben befolyásolja a talaj hőmérséklete. Minden növény bizonyos hőmérsékletviszonyokhoz alkalmazkodott, amelyek mellett legkedvezőbben fejlődik, lényegesen alacsonyabb vagy magasabb hőmérséklet káros.

A talaj hőmérséklete erősen befolyásolja a *magvak csírázását*. HELLRIEGEL megfigyelései szerint a búza és a rozs rendszeren csírázik 0 fokon és ennél a hőmérsékletnél gyökerei is rendszeren fejlődnek. Valamivel több meleget kíván az árpa és a zab, ezek 2^o-nál kielégítően csíráznak. A tengeri 5^o-nál egyáltalán nem indul meg és 9^o-nál is csak lassan és tökéletlenül csírázik. Más növények magjai még magasabb hőmérsékletet kívánnak. A hőmérséklet emelkedésével a csírázás gyorsabb. A zab pl. 17^o-nál két nap alatt kicsírázik, 5^o-nál egy hétre van szüksége.

Annak a hőmérsékletnek ismerete, amely az egyes magvak csírázására legkedvezőbb, gyakorlati jelentőségű, egy-

részt, mert a talaj hőmérsékletét bizonyos fokig szabályozhatjuk, másrészt, mert annak ismerete alapján helyesen választhatjuk meg a vetés időpontját. Általában véve nem kívánatos, hogy kultúrnövényeink magja és még kevésbbé, hogy a már kicsirázott növényke sokáig legyen olyan talajban, amelynek hőmérséklete a növény fejlődésére kedvezőtlen, mert ez idő alatt könnyen áldozatává válhat a talaj apró élőlényeinek, amelyek az alacsony hőmérsékletet jól bírják. A cheshunt-i (Anglia) kertészeti kísérleti állomás vizsgálatai szerint 14°C -nál alacsonyabb hőmérsékletű talajban a paradicsompalánták gyökerei oly lassan fejlődnek, hogy a talajban levő penészek áldozatává válnak, míg 14°C -nál magasabb hőmérsékleten a paradicsom ugyanabban a talajban egészségesen fejlődik.

A túl magas hőmérséklet is káros, ennek megvilágítására szolgáljon az alábbi eset. HILGARD felemlíti, hogy egy Indiából érkezett kinafamag küldeményt elvetettek egy láda legkedvezőbb nedvességtartalmú földbe, amelyet a melegházban állandóan 24°C hőmérsékleten tartottak. Hat hét alatt egyetlen mag sem csirázott ki és a ládát kitétték a melegházból. Két héten belül az összes magvak kicsiráztak $13\text{--}16^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten.

A növény gyökerének életműködése nagymértékben függ a talaj hőmérsékletétől. Alacsony hőmérsékleten a gyökér nem vesz fel vizet, így pl. SACHS megfigyelései szerint a dohány és a tök $3\text{--}5^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű talajban hervadni kezdtek, ha azonban ugyanazt a talajt 12°C -ra felmelegítette, a gyökér tevékenysége ismét helyreállt és a levelek felüdültek. Az a hőmérséklet, amely a gyökerek fejlődésére a legkedvezőbb, a különböző növényeknél igen eltérő. JONES vizsgálatai szerint a búza gyökerei legjobban 16°C -nál fejlődtek, míg a tengeri gyökerei 28°C -nál, amely hőmérséklet a búza gyökereire határozottan kedvezőtlen volt.

Nagy hatással van a talaj hőmérséklete a talajban élő mikrobák és egyéb talajlakók életműködésére. Bizonyos

hasznos apró élőlények, mint a salétromot képező baktériumok, beszüntetik működésüket, ha a talaj hőmérséklete $5-6^{\circ}$ alá száll; más mikrobák azonban ezen a hőmérsékleten még élénk tevékenységet fejtenek ki, ilyenek a salétromot elbontó, úgynevezett denitrifikáló baktériumok. A salétromot képző baktériumok életműködése 35° körül a legélénkebb, 50° -on túl nem működnek.



21. kép. Dohány gyökerének fejlődése a gyökérrothadás okozóival fertőzött és azoktól mentes talajokban, különböző hőmérsékleten. A hideg talajban a fertőzés nagyobb mérvű, mint a meleg talajban, a hosszú gyökerek egészséges, a rövidek beteg talajban nőttek. (JOHNSON nyomán).

A talajban élő élősködő gombák és más kártevő lények életműködését szintén messzemenően befolyásolja a talaj hőmérséklete (21—22. kép).

A talaj hőmérséklete több tényezőtől függ és pedig a hely földrajzi fekvésétől, a növényzettől és a talaj természetétől.

Ami a földrajzi fekvést illeti, a déli lejtő mindig melegebb, mint az északi lejtő. A domboldalakon a maga-



22. kép. Gyökérrothadásból melegebb talajba való átültetéssel meggyógyított dohány (JOHNSON nyomán).

sabban fekvő terület általában véve hűvösebb, mint a lejjebb fekvő, mert jobban ki van téve a szeleknek. Derült éjszakákon azonban, amikor nagy a kisugárzás, a föld felszíne és a vele közvetlenül érintkező levegőréteg erősen

lehül, a hideg levegő a domboldalon lefelé folyik. Így a lejjebb fekvő terület erősen kihül, annyira, hogy ott még fagy is léphet fel, amely a magasabban fekvő részeket megkíméli. Ezt a körülményt tekintetbe kell venni gyümölcsösök létesítésekor; a gyümölcsfák a völgyben gyakran szenvednek fagykároktól, amikor a magasabban fekvő gyümölcsösök mentesek maradnak.

A növényzet a hőmérséklet-ingadozásokat mérsékli, mert a nap sugárzó melegének egy részét felfogja, ezért a növényzettel borított talaj nem melegszik fel annyira, mint a csupasz föld. Éjjel, vagy hideg időben a meleget rosszul vezető növénytakaró csökkenti a kisugárzás útján beálló hőveszteséget és ezért a növényzettel borított talaj nem hűl ki annyira, mint a csupasz felszínű talaj.

A talaj színe is befolyásolja bizonyos mértékig a talaj hőmérsékletét. A sötét színű talajok több meleget nyelnek el, mint a világosszínűek és ezért, egyenlő körülmények közt, hőmérsékletük kissé magasabb, mint a világosszínűeké. Lényeges különbségeket azonban a szín nem okoz.

A talaj felmelegedését és lehülését elsősorban a talaj víztartalma szabályozza. A talajban előforduló anyagok közül a víznek van a legnagyobb fajhője; ha a víz fajhőjét egységül vesszük, akkor ugyanolyan térfogatú

homok fajhője	0·29
agyag „	0·23
humusz „	0·16

Ez azt jelenti, hogy ugyanaz a melegmennyiség, amely 1 liter víz hőfokát 1^o-kal emeli

1 „ homok hőfokát	$1/0\cdot29 = 3\cdot4^o$ -kal,
1 „ agyagét	$1/0\cdot23 = 4\cdot3^o$ -kal
1 „ humuszét	$1/0\cdot16 = 6\cdot3^o$ -kal növeli.

A száraz talaj ennél fogva erősebben melegszik fel, mint a nedves talaj. Fokozza még a száraz és a nedves talajnak

egyenlőtlen felmelegedését az a körülmény is, hogy a száraz talaj rossz hővezető, különösen ha morzsás szerkezetű. A morzsák igen kis felületen érintkezvén egymással, csak kevés meleget adnak át egymásnak hővezetés útján, a köztük levő levegő a meleget rosszul vezeti. A nedves talajban a talaj szemcséit vizes hártya veszi körül, amely a szomszédos hártákkal sok helyen összefüggő réteget alkot és a meleget aránylag jól vezeti. Ezért a száraz talaj felszíne sokkal erősebben melegszik fel, mint a nedves talajé. A száraz talaj felszíne derült napokon sokkal melegebb lehet, mint a levegő; hőmérséklete nagy ingadozásokat mutat. A felszín alatt azonban az ingadozások nem olyan nagyok; ha a talaj száraz, rosszul vezeti a meleget, az alsóbb rétegekbe kevés meleg jut; ha pedig nedves, jobban vezeti ugyan a meleget, nagyobb fajhője miatt azonban több meleget használ el felmelegedésre és ezért az alsóbb rétegekbe csak kevés meleg jut le. Ez az oka annak, hogy a felszíntől már kis mélységre a hőmérséklet napi ingadozása kisebb, mint a levegő hőmérsékletének ingadozása.

Egyenlő fekvésű talajokon a növényzet a homokban jóval korábban indul meg, mint agyagos talajokon. Ennek oka a homokos talaj kisebb víztartóképeségében rejlik, a kevesebb vizet tartalmazó homokos talaj jobban melegszik fel, mint a több vizet raktározó agyagos talaj. Ilyen helyeken a gazdák a homokos talajokat meleg, az agyagos talajokat hideg talajoknak nevezik.

A talaj hőmérsékletét befolyásolhatjuk bizonyos mértékig a talaj megművelésével. Ha bakhátas művelésnél a bakhátakat kelet-nyugati irányban húzzuk meg, a bakhát déli oldala melegebb lesz, mint északi oldala. Az egész terület ugyan nem kap több meleget, a meleget azonban a terület egy részére összpontosítjuk.

Mivel a talaj felmelegedését elsősorban a talaj víztartalma szabja meg, lényegesen elősegíthetjük mindazokkal a talajjavító eljárásokkal, amelyekkel a talaj víz-

tartalmát csökkentjük; ilyenek a jó morzsás szerkezet előállítására és az alagsövezés.

Nagy nyári melegekben kívánatos lehet a talaj túlságos felmelegedésének megakadályozása, ezt a talaj felszínének megglazálásával érjük el. Még hatásosabb a talajnak szalmával vagy lombbal való betakarása.

A kertész a talaj közvetlen felmelegítéséhez is folyamatodik, ha arra szüksége van. A melegágyakban a trágya bomlásakor keletkező meleget használja fel erre a célra; trágya hiányában a melegágyak földjét melegített levegővel vagy alacsony nyomású gőzzel melegítik fel; Svédországban és Norvégiában legújabban tért hódít a melegágyak földjének elektromos árammal való fűtése. Ezzel az utóbbi eljárással a melegágyak és üvegházak földjének hőmérsékletét tetszésünk szerint szabályozhatjuk.

13. A gyümölcsfák talajigényei.

A gyökér a növény életében kettős szerepet tölt be, egyrészt odarögzíti a növényt a talajhoz, másrészt a talajból vizet és a vízzel együtt tápsókat vesz fel. A vizet és a tápsókat a gyökér legfiatalabb részeivel veszi fel, az idősebb részeket vastag pararéteg borítja, amely a vizet nem ereszti át. Az idősebb részek, amelyek egyébként el is fásodnak, a horgony szerepét játsszák; bennök vannak elhelyezve azok az edények is, amelyek a legfiatalabb részek által felvett nedvességet tovább szállítják.

A nedvesség felvételére a gyökérnek külön szervei vannak, a gyökérszőrők. A gyökér a végén levő gyors oszlásra képes sejtek útján növekedik. A növekedő rész mögött, a gyökérsúcstól néhány centiméter távolságra, a gyökér felszínén számos finom szőröcskét látunk, ezek a gyökérszőrők. A szőrökkel borított rész hossza néhány centiméter. Az egyes szőrök nagyon finomak, egyenként szabadszemmel nem is láthatók; olyan nagy

számban borítják azonban a gyökér felszínét, hogy ez a körülmény láthatóvá teszi őket (23. kép).



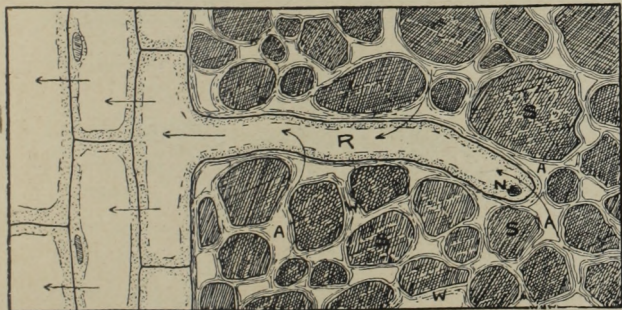
23. kép. A kerti zsásza gyökérszőrei (MOLISCH nyomán).

Az egyes szőröcskék a gyökér felszínét borító vékonyfalú sejtek tömlőalakú kitüremléseiből állnak és igen rövid életűek, néhány napig élnek. Az elpusztult szőrök helyén nem keletkeznek újak, amint azonban a gyökér csúcsa tovább nő, a csúctól bizonyos távolságra a hajszálgyökér új részén ismét megjelennek a szőrök, úgy, hogy ezek a finomfalú sejtkitüremlések mindig ugyanazt a helyzetet foglalják el a gyökér csúcsához viszonyítva. A gyökérszőröcskék behatolnak a talaj részecskéi közt levő finom üregekbe és onnan vizet és tápanyagokat vesznek fel (24. kép).

A gyümölcsfa zavartalan fejlődéséhez szükséges, hogy gyökerei a szükséges vízzel és tápanyagokkal lássák el. Ezt a feladatukat a gyökerek csak akkor végezhetik el, ha elég nagy mennyiségű talajt tudnak behálózni. Minél nagyobb a fa koronája, minél több hajtást kell a gyökérnek vízzel és tápanyagokkal ellátnia, annál erősebben kifejlő-

dött gyökérzetre van szüksége. A törpegyümölcsfának ritkán van mélyreható, erős gyökérzete, gyökerei finomak, a felszín közelében húzódnak, míg a magastörzsű fának erős, vastag gyökerei gyakran tekintélyes távolságra eljutnak.

A gyökérrendszer kifejlődését a talaj fizikai szerkezete és kémiai összetétele egyaránt befolyásolja. A fizikai szerkezet hatása szembeötlőbb, tőle függ az, hogy a



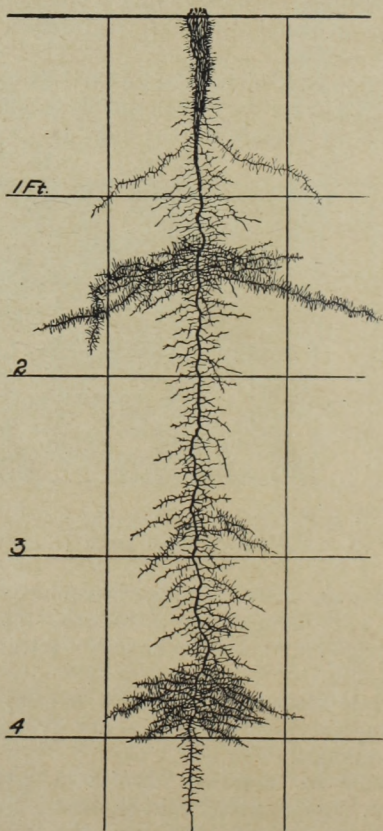
24. kép. A talaj részecskéi (S) közé behatoló gyökérszőröske (R); a nyilak a víz mozgásának irányát jelzik (KEEBLE nyomán).

gyökerek mennyi nedvességhez, levegőhöz és meleghez jutnak; a talaj kémiai összetételének, tápanyagokban való gazdagságának hatása, ha kevésbbé feltűnő is, szintén igen mélyreható.

Lássuk kissé részletesebben, hogy a talajnak említett sajátosságai miként befolyásolják a fák gyökereinek fejlődését és munkáját.

Legfeltűnőbb a *nedvesség hatása* a gyökérrendszer kifejlődésére. Bőséges vízzel való ellátáskor a fák erőteljes gyökérzetet fejlesztenek. Ha kevesebb vízhez jutnak, akkor a gyökerek vizet keresve, messzire elhatolnak a talajban és nagy területet hálózhatnak be. Száraz vidékeken

a gyökerek száma annál nagyobb, minél szárazabb a talaj; ilyenkor a fa a gyökér vízfelvevő felületének



25. kép. Cukorrépa gyökerének fejlődése homokos talajban, a 2. és 4. láb mélységben látható sűrű gyökérelágazódás agyagos közbe-településekben fejlődött ki (WEAVER nyomán).

növelésével igyekszik a szűkösen rendelkezésére álló vízhez jutni. A növény erre azonban csak bizonyos határig képes, a túlságosan száraz talajban a gyökérzet kifejlődése gyenge.

Ilyen, a vízhiány miatt gyengén kifejlődött gyökereket találunk a túlszáraz, durvaszemű homokos talajokban, ha a talajvíz szintje mélyen van. Ekkor a gyökérrendszernek a mélység felé való kiterjedését az altalaj száraz volta korlátozza. Ha ilyen helyen a homok közé vékony agyagos rétegek települnek, rendszerint több nedvességet tartalmaznak, mint a homok; az ilyen agyagos rétegekbe



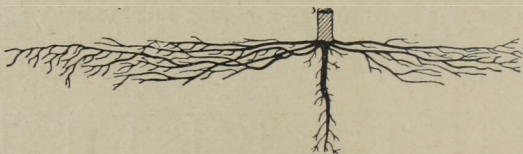
26. kép. Gyümölcsfa gyökereinek kifejlődése mélyrétegű jól szellőző talajban, 1 négyzet = 1 m² (KVARAZKHELIA nyomán).

behatolt gyökerek a magasabb nedvességtartalom hatására erősen elágaznak és finom gyökerekből álló sűrű hálózatot alkotnak. Ilyen esetet tüntet fel a 25. kép, amelyből azt a következtetést is vonhatjuk, hogy száraz vidékeken a gyökerek a nedvesebb talajréteg irányában nőnek.

A túlsok nedvesség azonban káros a gyökerek kifejlődésére. Itt egy másik tényező szerepe érvényesül, ez a túl magas víztartalom következtében beálló *levegőhiány*, amely a gyökerek lélekzését akadályozza.

Jó morzsás szerkezetű talajban a gyökerek addig a mélységig hatolnak le, ameddig a légköri csapadék vize lehatol és a talajt átmedvesíti. A gyökerek főtömege azonban a talaj felső rétegeiben marad, mert itt több levegőhöz jut. Ilyen esetet tüntet fel a 26. kép.

Minél tömöttebb a talaj, minél kisebb mélységig jut le a levegő, annál közelebb találjuk a gyökereket a felszínhez. Ennek megvilágítására szolgálnak a 27—30. képek. A 27. kép a vadkörte gyökerének kifejlődését mutatja mélyrétegű, levegőt áteresztő talajon. A 28. kép a vadkörte gyökerének elhelyezkedését ábrázolja olyan talajon, amely-



27. kép. Vadkörte gyökere homokos talajban, mélyen levő talajvízzel (KVARAZKHELIA nyomán).

nek csak legfelső arasznyi rétege ereszti át a levegőt, ezalatt tömött agyag következik. Ha ilyen talajban a körte számára gödröt ásunk, a gyökerek az ültető-gödörben maradnak és abból kijutni nem tudnak (29. kép),

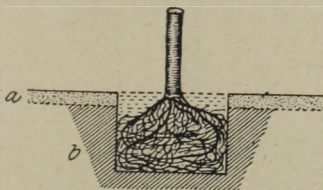


28. kép. Vadkörte gyökere vizet át nem eresztő tömött talajban (KVARAZKHELIA nyomán).

míg ha a gödör alja vizet át nem eresztő talajból áll ugyan, de a vizet áteresztő feltalaj elég vastag, a gyökerek a gödörből kinőnek és a feltalajban rendesen fejlődnek (30. kép).

A 31. kép egy meredek fal terraszára ültetett fa gyökereit mutatja; a gyökerek a terrasz meredek oldalának laza talajában, ahol levegőhöz jutnak, messzire elkúsztak, míg a hegy felé eső oldalon, a levegőhiány következtében alig látunk gyökeret.

Ugyancsak levegőhiány korlátozza a gyökerek kifejlődését túl magas talajvízállás esetén. A 27. kép a vadkörte gyökereinek elhelyezkedését mutatja homokos talajon, amelyben a talajvíz alacsonyan áll, itt a vadkörte karógyökere egyenesen nőtt a mélység felé, míg a 32. kép a vadkörte gyökereinek elhelyezkedését ugyancsak homokos talajon, de magas talajvízállás mellett ábrázolja. Itt a karógyökér nem fejlődött ki, az összes gyökerek a talaj legfelső részében maradtak. Ebből a képből azt is kiolvashatjuk, hogy nedves éghajlat alatt a gyökerek a szárazabb talajréteg



29. kép. Tömött talajban a körtefa gyökere nem tud az ültető gödörből kijutni, ha az áteresztő feltalaj (a) sekély vastagságú (KVARAZKHELIA nyomán).

irányában nőnek, mert csak ott jutnak elegendő levegőhöz.

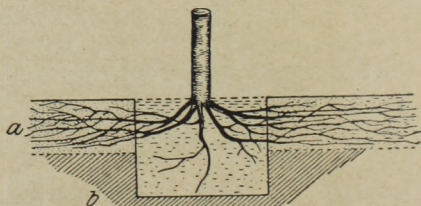
A gyümölcsfák gyökereinek levegőigénye egyébként igen különböző és ezért ugyanolyan talajon egyes fajok gyökereit közelebb találjuk a felszínhez, mint más fajokét. Igen érzékeny a levegőhiányra a cseresznye, a mandula és a kajszibarack, a kajszibaracknál valamivel kevésbé érzékeny az őszibarack, legkevésbé érzékeny gyümölcsfánk a szilva, míg a körte, az alma és a dió érzékenysége közepesnek mondható.

Lényegesen befolyásolja a gyökerek fejlődését a talaj hőmérséklete is. Különböző fajok gyökereinek hőigényei közt lényeges különbségek vannak; a cseresznye, a mandula, a kajszibarack és az őszibarack gyökereinek hőigénye magas, ezek csak meleg talajban díszlenek, míg az alma

és a szilva gyökereinek hőigénye jóval alacsonyabb, ezek hidegebb talajokban is szépen fejlődnek.

A talaj egyenlőtlen felmelegedése esetében a gyökerek a melegebb talajréteg irányában nőnek.

Igen nagy hatással van még a gyökerek fejlődésére a talaj *tápanyagokban való gazdagsága* is. Minél gazdagabb a talaj, az egyéb körülmények egyenlősége mellett, annál kisebb a gyökerek által behálózott talaj térfogata. Sovány talajban a gyökereknek lényegesen több térre van szükségük, mint gazdag talajban; minél soványabb a talaj, annál messzebb mennek el a gyökerek a törzstől.



30. kép. A körtefa gyökerei a tömött altalajú (b) ültető gödörből kijuthatnak ha a lazább természetű feltalaj (a) elegendő vastagságú (KVARAZKHELIA nyomán).

Az egyes tápanyagok közül a foszforsav sói rendkívül kedvezően befolyásolják a gyökér fejlődését, a gyökereket erős elágazódásra bírva, sűrű gyökérzetet hoznak létre.

Az elmondottakból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a gyökereknek a talajban való elhelyezkedését, kifejlődését és munkáját a talaj sajátságai a legmesszebbmenően befolyásolják. Ugyanazon faj gyökerei különböző sajátságú talajokban eltérően fejlődnek, míg hasonló sajátságú talajokban a különböző fajok gyökereinek kifejlődésében több közös vonást találunk, mint eltérést. A talaj sajátságai kétségbevonhatatlanul rányomják bélyegüket a gyökerek kialakulására.

Az egyes gyümölcsfajok, sőt gyakran az egyes fajták gyökérrendszerének kialakulásában is eltérő vonásokat látunk.

Azonos és kedvező viszonyok közt egyes fajok mélyebbre küldik gyökereiket, mint mások, így például



31. kép. Meredek fal terraszára ültetett gyümölcsfa gyökerei (KVARAZKHELIA nyomán).

a körte kedvező körülmények közt mélyre hatoló karógyökeret nevel, míg az alma gyökerei inkább oldalt nőnek és ezért nem is jutnak olyan mélyre. Ez öröklött sajátága az illető gyümölcsfajnak, amelyet ősi hazájából hozott magával és amelyben az illető faj hazájabeli talajviszonyokhoz való alkalmazkodásának megrögzítése érvényesül.

Az egyes fajoknak az a hajlandósága, hogy gyökérzetüket egy bizonyos módon fejlesszék ki, nem nyilvánul meg egyforma erővel a különböző fajokon. Vannak fajok, amelyek nagymértékben tudnak alkalmazkodni a talaj sajátságaihoz, ezek sokféle talajon díszlenek; másoknak alkalmazkodó képessége gyenge, ezek csak bizonyos sajátságú talajokon fejlődnek jól. Általában véve azt mondhatjuk, hogy a mélyen gyökerező fák könnyebben alkalmazkodnak a kedvezőtlen viszonyokhoz, mint a már természetből fogva sekélyen gyökerezők. A karógyökeret nevelő fák mélyrétegű talajba ültetve a szárazságot jobban bírják, mint a sekélyen gyökerezők, mert gyökereik a mélyebb és több nedvességet tartalmazó talajrétegekbe is be tudnak hatolni; viszont sekélyebb talajban is díszlenek,



32. kép. Vadkörte gyökerei homokos talajban, magas talajvízállás mellett (KVARAZKHELIA nyomán).

mert ilyenkor a karógyöker helyett, amely elpusztul, oldalgyökereket hajtanak.

Minden esetben azonban szükséges az, hogy a talaj bizonyos *vastagságú* legyen. Magányos fák sekély talajban is hatalmasan fejlődhetnek, ha gyökereik oldalt zavar-talanul terjeszkedhetnek; a szerteágazó gyökerek ilyenkor a törzstől 20 méterre és még nagyobb távolságra is eljutnak, vizet és tápanyagot keresve. Ha ilyen sekély talajon a fákat közelebb ültetjük egymáshoz, alacsonyok maradnak; ha pedig túlsűrű az ültetés, csak bokornagyságúra nőnek. Sűrű ültetés esetében a gyökérzet csak akkor végezheti el feladatát, ha megfelelő mélységre hatolhat le.

Az a talaj, amelyik legjobban felel meg az egyes fajtáknak, nem lehet ugyanolyan sajátságú eltérő éghajlatok alatt.

Tegyük fel például, hogy valamely gyümölcsfaj szárazabb éghajlat alatt kötött talajon díszlik; az ilyen fa nedvesebb éghajlat alatt a megfelelő talajviszonyokat az előbbinél könnyebb, lazább talajon fogja megtalálni, mert a kötött talaj nedvesebb éghajlat alatt az év nagyrésztében túlsok vizet és ennek megfelelően túlkeves levegőt tartalmaz.

A gyümölcsfák a különböző talajok sajátosságaihoz bizonyos mértékig alkalmazkodni tudnak. Az egyes gyümölcsfajok alkalmazkodóképessége azonban igen eltérő, sőt még ugyanazon faj egyes fajtái közt is lényeges különbségek vannak.

1 Az alábbiakban a *fontosabb gyümölcsfajok talajigényeit* foglaljuk össze dióhéjban.

Az alma gyökerei, amelyek inkább oldalt terjednek szét és csak laza talajokban jutnak le mélyre, jó alkalmazkodóképességükkel tűnnek ki. Almát nagyon sokféle talajon lehet termelni, feltéve, hogy az elég mély rétegű és vízelvezetése jó. Mivel az alma aránylag sok nedvességet igényel, legjobban mélyrétegű, inkább kissé nedves talajokon díszlik; altalajának azonban vizet áteresztőnek kell lennie, mert a gyökerek levegőhiányra érzékenyek. E tekintetben egyébként az egyes fajták közt nagy eltérések vannak, így p. o. a sárga-bellefleur könnyű talajon jobban díszlik, mint a Newton-renette.

A téli almák inkább hűvösebb talajban díszlenek; meleg talajokon a fokozottabb gyökértevékenység miatt a gyümölcs korábban érik, minősége azonban nem olyan kiváló és eltarthatósága is gyengébb, mint a lassan fejlődő gyümölcsé. Korán érő fajtáknál azonban az érés siettetése előnyös és ezért könnyű és meleg talajokra inkább koránérő fajtákat ültessünk.

Az alma törpe alanyai, a doucin és a paradicsomi alma a vadalmának sekélyen gyökerező változatai, amelyek csak jó minőségű kerti talajokban díszlenek.

A k ö r t e gyökérrendszerének alkalmazkodóképessége nagyobb, mint az almáé. Mélyrétegű, de nem túlnedves talajban karógyökerét mélyre leküldi; gyökerének nagy alkalmazkodóképessége miatt azonban sekély talajban is díszlik, ha elegendő nedvességhez jut. Hőigénye nagy és ezért meleg fekvésben díszlik legszebben, a késői fajok azonban a hűvösebb talajt kedvelik, épúgy mint a késői almafajták.

A b i r s, a körtének törpe alanya, sekélyen szerteágazó finom gyökérzetű, amely aránylag sok nedvességet, de amellet levegőt is bőségesen kíván. Hőigénye is magas, ezért csak meleg, humuszos talajokban díszlik.

A m a n d u l a gyökerei igen jól alkalmazkodnak, mint általában a karógyökeret nevelő fák gyökerei. Levegőigénye nagy, talán a legnagyobb az összes gyümölcsfák közt, ezért rosszul szellőződő nehéz talajon gyökérzete gyengén fejlődik. Laza, könnyű, száraz és meleg talajt kedvel; szárazságot tűrő képessége miatt még olyan laza száraz talajok is hasznosíthatók vele, amelyeken más gyümölcsfa nem él meg.

A k a j s z i b a r a c k gyökerének levegőigénye szintén igen magas és ezért a könnyű, laza, igen jó vízelvezetésű talajok gyümölcsfája. Gyökérrendszere a nedvességgel szemben jóval érzékenyebb, mint az őszibaracké, ezért kötöttebb talajon, amelyen az őszibarack jól megél, a kajszii az őszibarack magcsemetéjére szemezve díszlik. Még kötöttebb, nedvesebb természetű talajokon a mirobáln-szilvára, agyagos, hideg talajokon pedig a St. Julien szilvára oltva termesztethető.

A z ő s z i b a r a c k gyökérzetének alkalmazkodóképessége jó; levegőigénye magas, bár nem olyan érzékeny a levegőhiánnyal szemben, mint a kajszii. Igen sokféle talajon díszlik, feltéve, hogy az altalaj vizet jól áteresztő. Legjobban érzi magát mélyrétegű, könnyebb agyagos talajokon, de jól terem homokos talajon is, ha az elegendő tápanyagot tartalmaz. Nehéz agyagos talajon is megél,

itt azonban rendesen rövidéletű; ilyen talajon St. Julien szilvára oltják.

A cseresznye levegőigénye igen magas, de magas a vízigénye is. Erőteljesen fejlődő gyökérzetének aránylag mély talajra van szüksége, hogy abban szerteágazhasson. Igen sokféle talajon diszlik; legjobban olyan laza, mélyrétegű talajon érzi magát, amelyben a talajvíz nincs túlmélyen, de nem is emelkedik nagyon magasra. Ilyen



33. kép. Kajsziparackfa gyökérrendszere (KVARAZKHELIA nyomán).

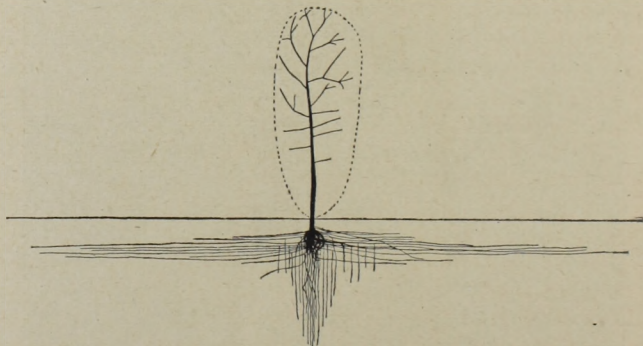
kedvező talajvízű homokos talajok nagy kiterjedésben találhatók a Duna-Tisza közén, rajtuk híres cseresznye-termelés folyik. Kötött talajon csak akkor diszlik, ha a talaj a vizet és a levegőt jól átterszti.

Sekélyebb vastagságú talajon a cseresznye legjobb alanya a s a j m e g g y • (*Prunus Mahaleb*), amely jóva

sekélyebben gyökerezik, mint a vadcseresznye (34. kép). A sajmeggy gyökereinek alkalmazkodóképessége igen nagy; a szárazságot jól tűri és mégél aránylag magas nedvességtartalmú talajban is.

A meggy alkalmazkodóképessége kitűnő és ezért talajban nem válogatós.

A szilva nedvességiigénye igen magas, normális növekedéshez sok vizet kíván; levegőigénye viszont aránylag alacsony, a csonthéjas gyümölcsök között a szilva bírja el legjobban a talaj hiányos szellőzőttségét. Nálunk leghasználatosabb alanya a mirobalán-



34. kép. Sajmeggy gyökere homokos talajon (MAGYAR PÁL rajza).

szilva, amely talajban nem válogatós és egyaránt díszlik agyagos és homokos talajokon, lapos fekvésben épügy, mint száraz domboldalakon. Hűvösebb, nedvesebb éghajlat alatt kitűnő alanya a szilvának a St. Julien-szilva, amelynek gyengébben fejlődő gyökérzetén a fa nem olyan erőteljes fejlődésű, mint a mirobalánon, de korábban hoz termést. Nyirkos talajon jó alanya a szilvának a besztercei szilva is.

A dió erőteljesen szerteágazó gyökere mélyrétegű talajt kíván, egyébként talajban nem válogatós. Levegőigénye aránylag magas, ezért nyirkos, vízenyős talajra nem való. Ugyancsak ebből az okból nem díszlik a túlkötött agyagos talajokban sem. Homokos talajon, ha az nem túlszáraz, jól érzi magát.

A szelíd gesztenye szintén jól szellőződő, mélyrétegű talajt kíván; erőteljes fejlődéshez sok nedvességre van szüksége, a magasan álló talajvizet azonban nem tűri.

Az európai szőlő gyökereinek rendkívül nagy az alkalmazkodóképessége, ezért szőlőt a legkülönbözőbb talajokon termelhetünk. A szárazságot kitűnően bírja; a levegőhiánnyal szemben azonban nagyon érzékeny, ezért túlnedves talajokon nem díszlik.

Az amerikai szőlő talajigényei az egyes fajták szerint nagyon különbözőek. Igen nagy eltéréseket találunk az egyes fajták közt úgy mésztűrőképességük, mint levegő- és nedvesséigényeik tekintetében.

A ribizke mélyrétegű, jól szellőzött talajt kíván. Túlnedves és nagyon száraz talajokon gyengén fejlődik és nem ad kielégítő termést. Ezért nem való túlságosan kötött agyagos és nagyon laza homokos talajokra sem. Ha azonban e szélsőséges sajátságú talajokat humusszal megjavítjuk, ribizketermelésre is alkalmasakká válnak.

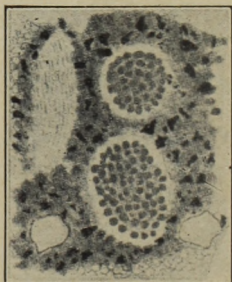
A málna talajban kevésbé válogatós, mint a ribizke. Gyökérrendszere kitűnően alkalmazkodik a nedvességhiányhoz és a levegőhiányhoz is, ezért úgy kötött agyagos talajon, mint laza homokon egyaránt jól termelhető. Egyes fajtáinak talajigényei közt azonban tekintélyes különbségek is vannak, így például a *superlativ* kevésbé bírja a szárazságot, mint a levegőhiányt és ezért inkább agyagos talajra való; homokos talajon jobban díszlik a *cuthbert* és a *marlboró*, amely a levegőhiányra érzékeny. Az összes málnafajták tápanyagigénye nagy.

A hamvas szeder a talajjal szemben hasonló igényeket támaszt, mint a málna.

A k ö s z m é t e a szárazság iránt nagyon érzékeny; közepes kötöttségű, kissé nyirkos, tápanyagokban gazdag talajon adja legnagyobb termését.

14. A termőföld apró élőlényei.

A termőföldet rendkívül sok élőlény lakja, amelynek működése lényegesen befolyásolja a talaj termékenységét.



35. kép. Baktériumok a talaj részecskéi közt (WINOGRADSKY nyomán).

Ebben a lakosságban a növény- és állatvilág számos rendje van képviselve, egyesek igen nagy példányszámban.

A talaj flórájának igen tekintélyes részét *baktériumok* alkotják. Számuk rendkívül nagy. THORNTON a rothamstedi kísérleti állomáson 1 g trágyázott földben 3·7 milliárd, 1 g trágyázatlan földben 1 milliárd baktériumot számolt meg. Ha tekintetbe vesszük azt, hogy 1 milliárd baktérium súlya körülbelül 1 mg, kiszámíthatjuk, hogy 1 hektár föld 15 cm vastag felső talajában, amelynek súlya körülbelül 1·7 millió kilogramm, a trágyázott talajban 6300 kg, a trágyázatlanban 1700 kg baktérium van.

A baktériumok száma a talajban elsősorban a rendelkezésre álló tápanyag mennyiségétől függ, számuk gyorsan emelkedik, amint a tápanyag mennyisége növekedik. Sok baktérium nagyon érzékeny a talaj reakciójával szemben; ha a savanyú talajt meszezéssel közömbösítjük, a baktériumok száma hirtelen felszökik. Meglehetősen érzéketlenek ellenben a hőmérséklet és a nedvesség változásaival szemben mindaddig, amíg ezek a változások nem olyan nagyok, hogy életüket veszélyeztessék.



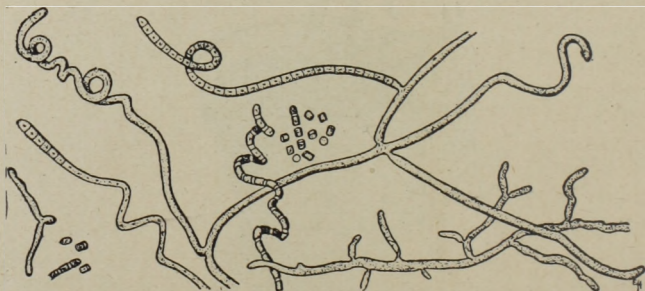
36. kép. Szártövi fonnyadás miatt feldőlt paradicsompalánta (OWENS nyomán).

A baktériumok a talajban rendkívül sokféle munkát végeznek. Nagyrészüket a talajba jutó szervesanyagból táplálkozik; általában véve a baktériumok igen tevékeny eszközei a talajban végbemenő bomlásoknak. Mások részben vagy egészen szervesanyag nélkül élnek, ilyenek azok, amelyek bizonyos szervesanyagok oxidálása útján szerzik az életfolyamataikhoz szükséges energiát, mint például a salétromképződésben szereplő baktériumok, amelyek az ammóniát, illetve a salétromossavat oxidálják.

Egyes talajokban olyan baktériumok is vannak, amelyek veszedelmes növényi kártevők. Ilyenek: a *Bacterium*

tumefaciens, amely sok növény gyökerén golyvaszerű túltengést hoz létre, a faiskolák kellemetlen gyökér-golyváját; a *Pseudomonas campestris*, amely a káposzta és más keresztes virágú növények fekete rothadását okozza; a *Bacterium solanacearum*, amely a burgonya, paradicsom és paprika barna rothadását idézi elő, hogy csak néhányat említsünk.

A baktériumokon kívül a talajban a sugárgombák (*Actinomyces*) rendjének is számos képviselőjét találjuk. Ezek az apró növényi szervezetek, amelyek egyrészt a



37. kép. A burgonya varasodását okozó *Actinomyces scabies* micéliuma és konidiumai (OWENS nyomán).

baktériumokkal, másrészt a gombákkal mutatnak sok hasonlatosságot, nagyon érzékenyek a talaj savanyúságával szemben, 4-6 reakciósám alatt úgyszólván teljesen hiányzanak.

Nagy szerepük van a humuszképződésben, egyes fajok a legellenállóbb növényi anyagokat is képesek elbontani. Egyesek jellegzetes szagú anyagokat hoznak létre, így például a földszagot bizonyos sugárgombák által termelt anyag okozza.

A sugárgombák között is van növényi kártevő, ez a burgonya varasodását okozó *Actinomyces scabies* (37. kép).

Igen nagy példányszámban találunk minden talajban gombákat. A gombaflóra összetétele az egész földön ugyanazokból a tagokból áll, az egyes tagok aránya azonban lényegesen változik a körülményekkel. A talajban a gombák rendjét főleg a következő nemek képviselik: *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Verticillium*, *Cephalosporium*, *Monilia* és még sok más, amelyek kisebb mennyiségben és ritkábban fordulnak elő.

Mérsékelt éghajlat alatt a *Penicillium* fajok dominálnak és gyakran az egész flóra 50%-át alkotják. Magasabb hőmérsékleten azonban az *Aspergillus* fajok uralkodnak, így például a melegházi talajokban. Igen savanyú talajokban a *Trichoderma* fajok vezetnek.

Egyes gombafajok növényi élősködők és nagyobb mennyiségben találhatók az olyan talajban, amelyben anyanövényük is él, mint amelyikben hiányzik. Más gombák hasznos társulásban élnek magasabbrendű növényekkel, ilyen a mikoriza (lásd a 15. fejezetet).

A gombákat erősen befolyásolja a levegővel való ellátás. A legfelső rétegekben sokkal nagyobb számban fordulnak elő, mint a lejjebb levőkben. A talaj reakciójával szemben kevésbé érzékenyek, mint a baktériumok, számuk nem csökken annyira, ha a talaj savanyúbbá válik és nem emelkedik lényegesen, ha meszezzük. Ennek következtében a gombák a savanyú talajokban dominálnak, míg a baktériumok a közömbös és lúgos talajokban.

A gombák igen takarékos munkásai a szerves anyag elbontásának, az általuk elbontott anyagnak nagy részét feldolgozzák. A feldolgozott anyag mennyisége rendszeren 20—40%, míg a baktériumok az elbontott anyagnak csak 5—10%-át hasonítják át. A gombáknak fontos szerepük van a talaj termékenységében. Nevezetes szerepet játszanak a humuszképződésben; a szerves anyagot elbontják, még olyan körülmények közt is, amelyek túlsavanyúak a baktériumoknak és sugárgombáknak.

Újabb vizsgálatok szerint a talaj növényvilágában mindig képviselve van a moszatok (*Algae*) rendje is. Egyes moszatok rendkívül el vannak terjedve és az egész Föld kerekiségének talajaiban megtalálhatók. Ami szereplésüket illeti, éles különbséget kell tennünk a talaj felszínén élő moszatok és a talaj belsejében élők szerepe közt. A talaj felszínén élő moszatok a napfény sugárzó energiáját klorofiljuk segítségével a levegő széndioxidjának áthasonítására használják fel és így új szerves anyagot hoznak létre. Ilyen körülmények közt az algák éppen úgy táplálkoznak, mint a magasabbrendű zöld növények. Újonnan képződött talajon jelentőségük rendkívül nagy a növényzet megtelepedése szempontjából. Így például amikor Krakatoa szigetén 1883-ban a vulkán kitörése elpusztította az összes növényzetet és a vastag rétegben lerakódott hamu a régi talajokat mélyen eltemette, az új felszín első telepesei algák voltak (*Anabaena*, *Lyngbya*, *Tolypothrix*, *Symplocia* fajok), amelyek fokozatosan meghódították az új talajt és megindították annak termőföldre való átalakulását. Az átalakult vulkáni hamuban a madarak által hozott magvak kicsíráztak és a magasabbrendű növényzet ismét birtokába vette a földet.

A talaj belsejében élő algák, amelyek nem juthatnak fényhez, a talajban levő szerves anyagból táplálkoznak, éppúgy, mint a talaj többi lakói.

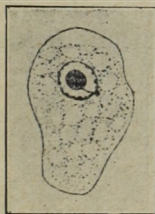
A termőföld apró szervezeteinek világából sohasem hiányoznak a véglények (*Protozoa*). Egyes fajok rendkívül közönségesek, míg mások ritkák. Számuk nagy változásokat mutat és több körülménytől függ, amelyek közt legnevezetesebb a szerves anyag mennyisége. Minél több a szerves anyag a talajban, annál nagyobb a protozoák száma.

Lényegesen befolyásolja számukat a talaj szellőzőtsége is; egyéb körülmények, mint a talaj reakciója, nedvességtartalma, hőmérséklete nem játszanak nagyobb szerepet.

A protozoák három csoportba oszthatók : az amőbák, a flagelláták és a ciliáták csoportjába (38. kép). Az amőbák és a ciliáták baktériumokból élnek ; az amőbák különösen nagy fogyasztói a talaj baktériumainak. A rothamstedi kísérleti állomás vizsgálatait szerint a baktériumok száma



A



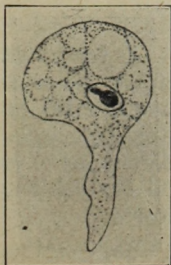
C1



B



D



C2

38. kép. Talajban élő véglények (WAKSMAN könyvéből). A = *Gonostomum affine*, 510-szeres nagyítás. B = *Pleurotricha grandis*, 410-szeres nagyítás, C1 és C2 = *Naegleria gruberi*, 500-szoros nagyítás.

D = *Vorticella microstoma*, 410-szeres nagyítás.

csökken, ha a protozoáké emelkedik és viszont, ha az amőbák száma csökken, a baktériumoké emelkedik. Egy adott esetben például egy amőba (*Hartmanella hyalina*) számának 3400-zal való emelkedése 1·4 millió baktérium eltűnésével járt.

A talajban élő alsórendű növények és véglények számáról és tömegéről az alábbi táblázat tájékoztat (a rothamstedi kísérleti állomás adatai):

	Trágyázott szántóföld	
	példányok száma 1 g talajban	súlyuk kg-okban a talaj 15 cm vastag felső rétegében 1 ha területen
Baktériumok	5,000,000.000	8500
Gombák	300.000	8500
Algák	100.000	140
Protozoák:		
amőbák	280.000	135
ciliáták	1,000	—
flagelláták	770,000	115

A termőföld még sok más élőlénynek is lakóhelye; így a gerinctelen állatoknak sok képviselőjét megtaláljuk benne. Egyes állatok egész életüket a talajban töltik, mások csak egy bizonyos időszakot töltenek el benne, de ez lényeges fejlődésükre, ezért nem hagyhatjuk ki őket akkor, amikor a talaj lakóinak névsorát állítjuk össze.

Ez a névsor igen hosszú és egyes fajok nagyon sok példányban szerepelnek benne. MORRIS angol zoológus megszámlálta több gazdag és sovány szántóföld gerinctelen lakóinak számát, a népszámlálás eredményét az alábbi táblázatban foglalta össze. A legtöbb állat a talaj legfelső 7·5 cm vastag rétegében él, lejjebb számuk erősen csökken.

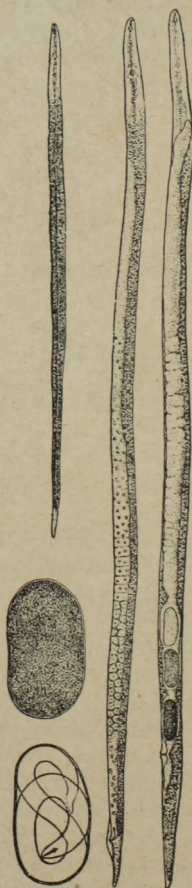
A gerinctelen állatok száma egy angol hold (= 0.4 ha) földben 22.5 cm mélységig; egy év átlaga. (MORRIS vizsgálatai szerint.)

	Állandó búzatábla		Répatábla	
	trágyá- zatlan	trágyá- zott	trágyá- zatlan	trágyá- zott
	ezer	ezer	ezer	ezer
Rovarok	2,475	7,727	1,032	3,072
Fonálférgek	795	3,600	258	5,044
Százlábúak	875	1,791	96	1,843
Giliszták	456	1,010	13	712
Pókok és atkák.....	235	552	75	186
Rákok	34	81	5	—
Csigák	13	34	—	10
Összesen	4,485	14,796	1,451	10,971

Ezeknek az állatoknak a tömegét MORRIS a trágyázott búzaföldben 320 kg-ra, a trágyázatlan búzaföldben 196 kg-ra becsüli.

E sokféle gerinctelen állat közt a férgeknek a talajban való szerepét behatóbban tanulmányozták. Különösen két csoport játszik nagyobb szerepet a talaj termékenységében, ezek a fonálférgek és a giliszták.

A fonálférgek (*Nematoda*) apró férgek (méreteik átlag 0.5—15 mm hosszúság és 0.05—0.025 mm szélesség), amelyeknek számos faja a talaj rendes lakói közé tartozik. (39. kép.) Legszámosabbak azok, amelyek a talajban levő korhadó szerves anyagból, továbbá baktériumokból, gombákból és protozoákból élnek. Kisebb számban fordulnak elő, de jelentőségben sokkal fontosabbak az élősködő fajok (*Aphelenchus*, *Heterodera*, *Tylenchus*), amelyek egyes növényeknek veszedelmes kártevői. Ezek közül a *Heterodera radicicola* rendkívül sok növény gyökerét támadja meg és azokon csomószerű megvastagodásokat idéz elő. Melegebb talajokban egy évben 10—12 generációt



39. kép. *Tylenchus dipsaci*, a levelekben, szárakban és gumókban élősködő fonálféreg, erős nagyítással (OWENS nyomán).

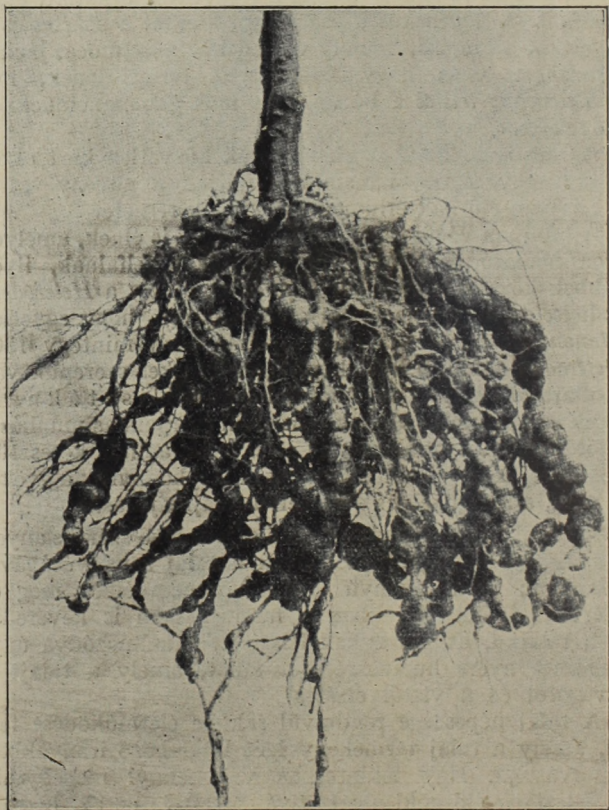
hoz létre és ezért különösen nagy kárt tesz az üvegházi kultúrákban. A cukorrépában a *Heterodera Schachtii* okoz károkat. A *Tylenchus dipsaci* a gyökérből a szárba és a levelekbe vándorol, komoly veszedelme a szamóca, jácint, nárcisz és más hagymásnövények termelésének, míg a *Tylenchus tritici* a búzának és más gabonaneműeknek kártevője.

Az élősködő fonálférgek nemcsak közvetlen kárt okoznak a növényben, hanem megnyitják a növény testét a talajban élő baktériumok és gombák részére.

A talajban végül ragadozó fonálférgek is élnek, amelyek más nematódákat és apró gilisztákat felfalnak, ilyen többek közt a *Mononchus papillatus*, amely a *Heterodera radicicolá*-t pusztítja olyan eredményesen, hogy egyetlen *Mononchus* három havi élettartama alatt mintegy 1300 *Heterodera*-t fal fel. (41. kép.) Igen érdekes szerepük van a talajt lakó gerinctelen állatok közt a giliszta k n a k. Ezek az igénytelen állatok rendkívül szorgalmas munkásai a földnek, amelyet alaposan fellazítanak, amikor keresztülkaszul járnak. A giliszták lényegesen megkönnyítik a gyököreknek, a levegőnek és a víznek a talajba jutását.

A talajban élő giliszták száma a jelenlevő szerves anyag mennyiségétől függ. Érzékenyek a talaj savanyúságával szemben; igen savanyú talajokban nem élnek meg és ezért az ilyen talajokban a humusz nem is keveredik el a talajjal, hanem annak felszínén felhalmozódva úgynevezett nyers humuszcéteget alkot, amely a talajt a levegőtől és a víztől elzárja.

A talaj népessége rendkívül sokféle életműködést fejt ki, amely a talaj termékenységét különböző irányokban befolyásolja. Egy tekintetben valamennyi megegyezik (a felszínen élő zöld algák kivételével) és ez az, hogy a megélhetésükhöz szükséges energiát a talajban levő szerves anyag elbontása útján szerzik. A talajba kerülő szerves anyag hamarosan a talaj lakosságának prédájává válik.



40. kép. Fonálférgek okozta gyökérmegvastagodások paradicsomon
(Mc KAY nyomán).

A talaj lakossága ebből a szerves anyagból táplálkozik, belőle szerzi az életfolyamataihoz szükséges energiát oly módon, hogy a szerves anyagot egyszerűbb vegyületekre bontja szét. Az ilyen átalakulás közben energia szabadul fel, amelynek segítségével az így kapott egyszerűbb összetételű vegyületek egy részét a talaj lakói testük felépítésére használják fel, ez a rész közvetlenül e szervezetek táplálására szolgál. A szerves anyag legnagyobb



41. kép. Hasznos talajlakó fonálféreg. *Mononchus* (ragadozó fonálféreg), amint egy más fonálférget (*Anguillula aceti*) megtámad (STEINER és HEINLY fényképe nyomán).

részét a talaj lakói tovább bontják, a bomlás végeredményeképp a bennök levő szén egy gázalakú vegyületté, széndioxiddá alakul át. Ezt a folyamatot a talaj levegőjének oxigénje közvetíti, lényegében lassú égés, amelyet nagymennyiségű energia felszabadulása kísér. Kedvező körülmények közt ez az átalakulás igen gyors és tökéletes; arra nézve, hogy a talaj apró lényei milyen nagy mennyiségű szerves anyagot képesek rövid idő alatt elégetni, a rothamstedi kísérleti állomás alábbi számadatai tájékoztathatnak:

A rothamstedi búzafield szénmérlege.

(Kg szén hektáronként 1 év alatt.)

Istállótrágyában kapott.....	4040 kg szenet,
A tarlóban levő szén	336 „
Összesen	4376 kg

A talaj szénkészlete egy év alatt	
gyarapodott	225 kg-mal,
vagyis elégett	4151 kg szén = 95%.

Abban a trágyában, amit ez az erősen trágyázott talaj évente kap, 4040 kg szén van, ezt a szenet a talaj apró szervezetei úgyszólván teljesen elégetik, az összes szénnek alig 5%-a marad vissza humusz alakjában. Lássuk milyen nagy az az energia, amely ilyenkor felszabadul, hőmennyiségekben kifejezve.

A rothamstedi búzafield energiamérlege.

(Millió kilogrammkalória 1 év alatt.)

Trágyával kapott energia	35
A tarlóban levő energia	5
Összesen	40

Ebből hővé vált egy év alatt $37\frac{1}{2}$ millió kilogrammkalória, ami 30 ember egy évi energiaszükségletének felel meg. A búzafield termése 5 ember energiaszükségletét fedezi. Ezekből a számokból látjuk, hogy az a földalatti üzem, amely a búzát tápanyagokkal látta el, valósággal pazarolta az energiát, a kis munkások miriádjai 30 ember energiaszükségletét fogyasztották el, a létrehozott tápanyagokból a búza csak 5 emberre való új anyagot termelt.

Bármilyen tökéletes is legyen a talajban a szerves anyagnak az elége, a szerves anyagnak egy része, amely

nehezebben elbontható anyagokból áll, visszamarad és az elbontást végző szervezetek testével együtt alkotja a humuszt. A talaj lakosságának egyik fontos szerepe tehát az, hogy a talajba kerülő szerves anyagot elégesse; ezt a feladatát nagy tökéletességgel végzi el; ha ez nem történnék meg, az egész földet hamarosan elborítaná az elhalt növényzet és a további élet lehetetlenné válna.

A talaj apró szervezetei igen alapos takarító munkát végeznek, de ebben nem merül ki hasznos tevékenységük, mert eközben olyan anyagok is képződnek, amelyek a talaj termékenységét közvetlenül is lényegesen befolyásolják. Ilyen anyag a humusz, amelynek a talajban való szerepével a 2. fejezetben bővebben foglalkoztunk.

Ezt a nagyszabású átalakulást, amelyen a talajba kerülő szerves anyag átesik, sok olyan vegyület képződése kíséri, amely közvetlenül növényi tápanyagul szolgál. Így például a szerves anyaghoz kötött nitrogén, amelyet a magasabbrendű növények közvetlenül felhasználni nem tudnak, olyan egyszerű összetételű vegyületekké alakul át, mint az ammónia és a salétrom, amelyeket fel tudnak venni magasabbrendű növények és fel tudják dolgozni új fehérjévé. A szerves anyagban levő hamualkotórészek is, úgymint a foszfor, a kén, a vas, stb. szintén felszabadulnak és olyan egyszerűbb vegyületekké alakulnak át, amelyek a magasabbrendű növények táplálására közvetlenül alkalmasak.

A talaj apró lakói tehát igen lényeges és sokoldalú szerepet játszanak a talaj életében. A talaj termékenysége nagymértékben függ attól a sebességtől, amellyel a talaj apró lényei a talajba kerülő szerves anyagot elbontják. Ettől a folyamattól függ az, hogy milyen gyorsan tudja a talaj a növényeket bizonyos tápanyagokkal, elsősorban nitrogénnel ellátni.

Régebbi kutatók figyelmüket elsősorban a talaj baktériumai felé fordították és azokban látták a termékenység főtényezőit. Az újabb kutatások azonban azt bizonyítják,

hogy a baktériumokon kívül a talaj egyéb szervezeteinek is lényeges szerep jut abban a folyamatban, amelyet a talaj emésztésének nevezhetünk. Normális talajban a talaj lakosságának száma lényegesen emelkedik, ha belélszervesanyag (trágya, növényi hulladék, stb.) jut. Ez természetes következménye annak, hogy a talajba olyan anyag került, amely lakosságának energiaforrássul szolgálhat. Az energiához jutó apró szervezetek ilyenkor rendkívül elszaporodnak, ez a szaporodás azonban csak addig tart, amíg az energiaforrás ki nem merül; ha ez bekövetkezett, a szervezetek száma ismét apad és arra a szintre esik vissza, amely a talaj energiakészletének megfelel. A trágya vagy növényi hulladék hozzáadására nagy mértékben elszaporodó apró szervezetek munkássága következtében nagymennyiségű növényi tápanyag is keletkezik és ezért a talaj termékenysége is fokozódik a trágya vagy növényi hulladék hozzáadása után. A talaj apró szervezetei azonban maguk is kiveszik részüket az így termelt növényi tápanyagokból; bizonyos körülmények közt ez a rész igen nagy lehet, olyan nagy, hogy a talajon termő növénynek nem jut belőlük elegendő és ezért a talaj termékenysége ahelyett hogy emelkednék, csökken. A trágya összetételétől függ az, hogy ez az eset mikor következik be. Az istállótrágya a különböző növényi tápanyagokul szolgáló elemeket, a nitrogént, a foszfort, a kénstb., a benne levő szénhez viszonyítva, hogy úgy mondjuk, főlegben tartalmazza; ezeket a mikrobák szempontjából főlegben levő anyagokat a növények felvehetik. Ha azonban olyan szerves anyag kerül a talajba, amely a benne levő szénhez viszonyítva olyan kevés nitrogént tartalmaz, amennyi a szénhez bőségesen jutó baktériumok és penészek nitrogénszükségletét nem képes fedezni, akkor ezek a mikrobák a hiányzó nitrogént a talaj könnyen áthasonítható nitrogénkészletéből merítik és azt a növénytől elvonják. Ily módon a talajban, legalább átmenetileg, nitrogénhiány állhat be, amelyet a növények megsínylenek,

Ilyen, a termékenységet csökkentő hatással van általában véve minden olyan szerves anyag, amelyben 1 rész nitrogénre 12, vagy ennél több rész szén esik. Ilyen anyag többek közt a szalma, amelyet közvetlenül trágyának csak akkor használhatunk, ha a belőle hiányzó nitrogént műtrágya alakjában pótoljuk. (L. a 3. fejezetet.)

Az istállótrágyával nagy mennyiségű baktérium és más apró szervezet is kerül a talajba; régebben az istállótrágyának nagy jelentőséget tulajdonítottak ebből a szempontból is. Ez a szerepe a trágyának, hogy a talajt hasznos baktériumokkal és más apró lényekkel mintegy beoltsa, a normális talajokon igen alárendelt. A művelés alatt álló talajokban a talaj apró szervezeteinek bizonyos egyensúlya alakul ki természetes úton, ezt az egyensúlyt a trágya megbolygatja, de nem a benne levő baktériumokkal, hanem azzal, hogy nagymennyiségű könnyen bomló anyag kerül vele a talajba.

Előfordulhatnak azonban olyan esetek is, amikor valamely talajban még nem alakulhatott ki ezeknek az apró szervezeteknek az az egyensúlya, amely a normális talajt jellemzi, így például ha eddig művelés alatt nem álló talajokat, sovány, homokos talajt, vagy lápos talajt kezdünk művelni, vagy ha valamilyen talajt, amely eddig növénytermelés céljaira alkalmatlan volt, p. o. szikes talajt, vagy túlnedves agyagos talajt a megfelelő talajjavító eljárásokkal növénytermesztésre alkalmasakká tesszünk.

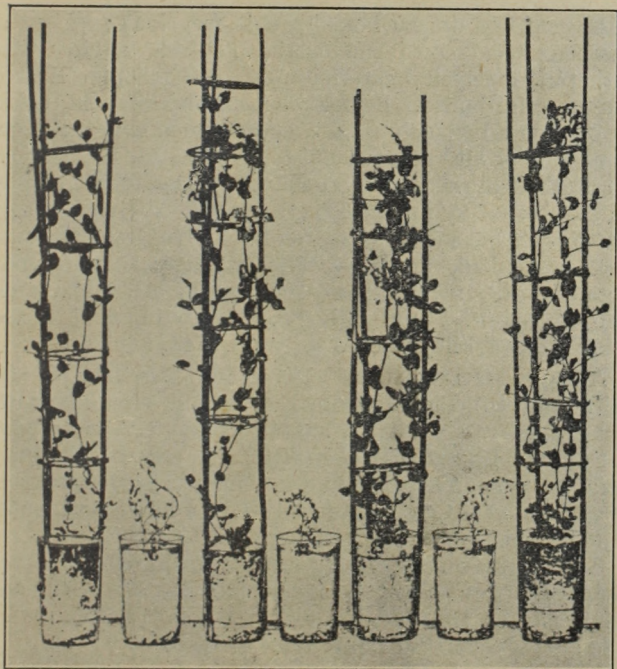
Ilyenkor a jó termőföldre való átalakulást lényegesen siettethetjük, ha a talajba mikrobákat viszünk. Erre a célra legalkalmasabb a komposzt, amely az istállótrágyától lényegesen különbözik abban, hogy amíg az istállótrágyában a szerves anyagok a bomlás kezdeti stádiumában vannak, addig az érett komposztban ezek a bomlások közel járnak a végső állapothoz. A komposzt szerves anyaga közelítőleg azonos a talaj humuszával, mikrobái is úgyszólván ugyanazok.

A talajban levő összes apró szervezetek közreműködnek valamilyen módon a szerves anyag elbontásában, mert végeredményben belőle szerzik táplálékukat és azt az energiát, amely a bennök végbemenő életfolyamatokat hajtóerővel ellátja. E sok apró lény közt vannak olyanok is, amelyek életműködése csak bizonyos vegyületekre szorítkozik, ezek a talajban egészen különleges feladatokat végeznek el. Ilyenek például a salétromot termelő baktériumok, továbbá azok, amelyek a levegő szabad nitrogénjét megkötik. Egyes szervezetek bizonyos körülmények közt igen károsak lehetnek; ilyen sok betegséget okozó baktérium, gomba és állati kártevő. Már régebb idő óta végeznek kísérleteket arra nézve, miként lehetne befolyásolni ezeket a különleges szerepet játszó apró szervezeteket. Ilyen kísérletek több esetben olyan eredményekhez vezettek, amelyek a gyakorlatba átvive, jelentőségre tettek szert. A kutatás ezen a téren két irányban folyik, egyrészt miként lehet a talajba juttatni és ott elszaporítani bizonyos hasznos apró szervezeteket, másrészt miként lehet bizonyos nem kívánatos apró lényeket a talajban elpusztítani a nélkül, hogy a talajt terméketlenné tennők.

Az ezen a téren elért eredményeket, amelyeket a gyakorlat is értékesít már, a talaj beoltásáról és a talaj részleges fertőtlenítéséről szóló fejezetekben ismertetjük. (15. és 16. fejezet.)

15. A termőföld beoltása.

Már a régi idők földmívelői megfigyelték azt, hogy pillangós virágú növények után a talaj termékenysége növekszik. VERGILIUS híres Georgikonjában a következő sorokban foglalja össze korának ismereteit e téren: A gabona aratása után a földet egy évig pihentetni kell; búzát csak a következő évben vessünk és csak miután előbb zörgös hüvelyű borsót, könnyű magvú bükkönyt, vagy keserű csillagfürtöt arattunk.



42. kép. HELLRIEGEL és WILFARTH kísérlete borsóval. (Az erőteljes fejlődésű növények beoltott, a satnya fejlődésűek be nem oltott homokban nőttek (HELLRIEGEL nyomán).

Magyarázatát ennek a jelenségnek csak a múlt század 80-as évei óta tudjuk adni. HELLRIEGEL és WILFARTH német kutatók érdeme az, hogy ennek a talajok termékenységének fenntartása szempontjából olyan nevezetes jelenségnek lényegét kiderítették. HELLRIEGEL és WILFARTH borsót és más pillangós virágú növényeket tiszta homokban tenyésztettek és kimutatták, hogy ezek a növények nitro-

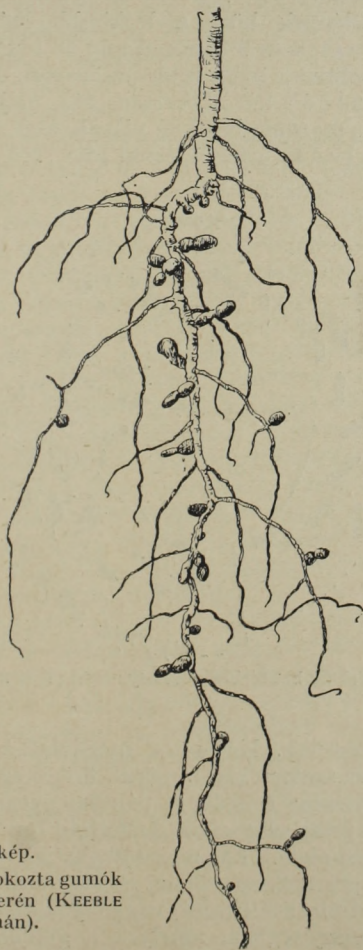
gént nem tartalmazó homokban is megélnék ; ebben az esetben gyökereiken gumóalakú képződmények voltak láthatók, amelyek baktériumokat tartalmaztak. Ezek a gumók csíráatlanított homokban nem alakultak ki, ebben az esetben a borsó elpusztult, ha csak nem kapott salétromot, amiből nitrogénszükségletét fedezhette. Ha azonban a csíráatlanított homokot valamilyen termőföldből készített vizes kivonattal megöntözte, a gumók kifejlődtek és a borsó salétrom nélkül is szépen fejlődött. Nem csíráatlanított homokban, amely se talajkivonatot, se salétromot nem kapott, a borsó egyes esetekben díszlett, más esetekben elpusztult, a szerint, hogy a baktériumokat tartalmazó gumók kifejlődtek-e vagy nem (42. kép).

Amikor HELLRIEGEL az előzetesen kihevített és így csíráatlanított homokot valamely termőföld vizes kivonatával megöntözte, a talajba baktériumokat vitt be, *a talajt a termőföld baktériumaival beoltotta*. Ha eme baktériumok közt ott volt az a baktérium is, amely a borsó gyökerén megtelepedve ott gumókat hozott létre, a borsónak további fejlődése biztosítva volt (43. kép).

Ezt a baktériumot, amely a pillangós virágú növények életében ilyen fontos szerepet játszik, BEIJERINK dán bakteriológus 1888-ban kitenyésztette és *Bacillus radicolá*-nak (gyökérlakó baktérium) nevezte el.

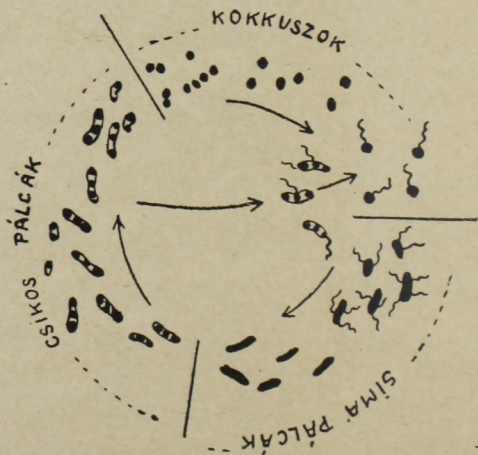
Később más kutatók kimutatták, hogy ez a baktérium a talajban és a gumókban sajátos fejlődési körfolyamaton megy át, amelynek során alakját többször is megváltoztatja (44. kép).

A gumókban rendszeren a bakteroidnak nevezett Y vagy T alakú formák láthatók, ezek üreges testű nagy baktériumok, amelyek megfestve csíkos megjelenésűek. A bakteroidokban a plazma szemcsékbe tömörödött ; bizonyos körülmények közt a bakteroid szétesik, a plazmaszemcsék kiszabadulnak, k o k k u s z o k a t alkotnak, amelyek megduzzadnak, csillószórt fejlesztenek és mozgékonyakká válnak. Ezek a r a j z ó k a talajban



43. kép.
Baktériumok okozta gumók
a borsó gyökerén (KEEBLE
nyomán).

előforduló élőlények közt a legkisebb méretűek, 0·9 ezred mm hosszúak és 0·18 ezred mm szélesek; a rajzók idővel megnyúlnak, még több csillószórt fejlesztenek, mozgó pálcákká alakulnak át, majd elvesztik csillószőreiket, mozdulatlanokká válnak, ezek a mozdulatlan pálcák átlag 1 ezred mm szélesek és 4—5



44. kép. A gyökérlakó baktérium életfolyamata (THORNTON nyomán).

ezred mm hosszúak. Később a mozdulatlan pálcákban a plazma egyes szemcsékbe tömörül, üröcskék képződnek, a pálca megjelenése csíktól. A pálcák egyenesek maradhatnak, vagy pedig elágaznak, bakteroid formát öltenek; az ilyen elágazó alakok különösen gyakoriak a gumókban, de a mesterséges tenyészetekben is nagy számmal lépnek fel, ha a tápoldatba sok cukrot, vagy olyan szerves savakat adunk kis mennyiségben, amelyek a gumókban is előfordulnak.

Foszforsavas sók és tej nagymértékben elősegítik a kókuszosok képződését, amelyek hamarosan rajzókká alakulnak át; THORNTON és GANGULEE megfigyelései szerint foszforsavas sók vagy tej hozzáadására a pálcák 80%-a rajzóvá alakul át.

A rajzók a talajban gyorsan mozognak, kedvező körülmények közt a talajban 1 nap alatt 25 mm-nyi utat tesznek meg. Ha útjukban valamely pillangós virágú növény gyökeréhez érnek, ott megtelepednek és bizonyos körülmények közt a gyökér szövetei közé behatolnak. THORNTON és társainak vizsgálatai szerint a baktérium nem hatol be a gyökér szövetei közé addig, amíg a növénynek csak csiralevelei vannak; amint az első valódi levélke megjelenik, a baktérium behatolása is megindul; ebben az állapotban a növény gyökere valamilyen anyagot választhat ki, amely megindítja ezt a folyamatot. Egyes baktériumok a hajszálgyökerekhez tapadnak, behatolnak és útjukban bejutnak a gyökér kérgének sejtjeibe. A megtámadott sejtek gyorsan oszlanak és létrehozzák a gumót. Ebben az állapotban azonban a baktérium még nincs összeköttetésben a növény nedvkeringési rendszerével és amíg ez nincs meg, együttműködésről nem lehet szó. Az összeköttetést edénynyalábok hozzák létre, amelyek a gyökér tengelyében levő edénynyalábokból nőnek ki és körülveszik a megduzzadt sejtszöveteket. Az edénynyalábok segítségével az anyanövény cukrot és más tápanyagot szállít a baktériumoknak, amelyek azokat energiaforrássul felhasználva, a levegő szabad nitrogénjét olyan vegyületekké alakítják át, amelyeket az edénynyalábok elszállítanak és az anyanövény fehérjévé dolgoz fel. Az edénynyalábok a gumókkal csak akkor kerülnek összeköttetésbe, ha a talajban vagy a tápláló oldatban kevés bór is van jelen. Ezt BRECHLEY és THORNTON mutatták ki 1925-ben, vizsgálataik szerint teljesen bórmentes kultúrákban az anyanövény edénynyalábjai nem küldtek elágazásokat a gumók felé; ilyenkor a baktériumok nem jutottak

hozzá az anyanövény által termelt cukorhoz, hanem a gyökér szöveteit támadták meg és kárt okoztak. A talaj mindig tartalmaz elegendő bórt ahhoz, hogy ezt a hatását kifejtthesse. Hasonlóképp élősdí módon élnek és kárt okoznak a gyökérlakó baktériumok, ha a növényeket sötétben tartjuk, ilyenkor szintén nem jutnak cukorhoz és a gyökér sejtjeiből táplálkoznak.

A gyökérlakó baktériumok különösen gyorsan hatolnak be a gyökérszőrökbe, ha a növény nitrogénhiányban szenved, míg gazdag talajban, bőséges nitrogénellátás mellett, az infekció ritka.

Sokat vitatott kérdés volt az, hogy valamely pillangós virágú növény gyökérgumójából kitenyészített baktérium képes-e másfajta pillangós virágú növény gyökerein megtelepedni. Erre nézve igen sok vizsgálatot végeztek, amelyek eredményeképp a pillangós virágú növényeket 11 csoportba osztották be. E csoportok a következők (a felsorolásból a hazánkban nem termő növényeket kihagytuk):

1. csoport, a lóhere csoportja:

réti lóhere,	<i>Trifolium pratense</i> ,
korcs here,	„ <i>hibridum</i> ,
bíborhere,	„ <i>incarnatum</i> ,
fehér lóhere,	„ <i>repens</i> ,
tekergős lóhere	„ <i>medium</i> .

2. csoport, a lucerna csoportja:

takarmány lucerna,	<i>Medicago sativa</i> ,
szőrös lucerna,	„ <i>hispida</i> ,
komlós lucerna,	„ <i>lupulina</i> ,
fehér somkóró,	<i>Melilotus albus</i> ,
orvosi	„ „ <i>officinalis</i> ,
görögszéna,	<i>Trigonella foenum-graecum</i> .

3. csoport, a földi mogyoró csoportja:

földi mogyoró,	<i>Arachis hypogaea</i> ,
----------------	---------------------------

tehén borsó, *Vigna sinensis*,
festő rekettye, *Genista tinctoria*.

4. csoport, a borsó csoportja :

veteményborsó, *Pisum sativum*,
szöszös bükköny, *Vicia villosa*,
takarmánybükköny, „ *sativa*,
lóbab, „ *faba*,
főzeléklencse, *Lens culinaris*,
szeges borsó, *Lathyrus sativus*.

5. csoport, ide csak a szójabab, *Glycine hispida*, tartozik.

6. csoport, a bab csoportja :

veteménybab, *Phaseolus vulgaris*,
skarlátbab, „ *coccineus*.

7. csoport, a csillagfürt csoportja :

évelő csillagfürt, *Lupinus perennis*,
szerradella, *Ornithopus sativus*.

8. csoport, nincs hazai képviselője.

9. csoport, ide a kinincs (*Amorpha fruticosa*) tartozik.

10. csoport, nincs hazai képviselője.

11. csoport, ide a fehér ákác tartozik (*Robinia pseudoacacia*)

12. csoport, nincs hazai képviselője.

Ezekon a csoportokon belül az egyes növények egymás gyökérlakó baktériumaival kölcsönösen beolthatók, míg a más csoportbeli növény gumójából vett baktérium hatástalan. Ez az elkülönülés azonban nem egészen szigorú, egyes megfigyelések arra vallanak, hogy az anyanövény ellenálló képessége változó; bizonyos körülmények közt ellenállóképessége annyira gyenge lehet, hogy más csoportbeli gyökérlakó baktérium is megfertőzheti.

Említsük itt még meg, hogy vannak olyan pillangós virágú növények is, amelyekon nem képződnek gumók,

ilyenek a judásfa (*Cercis siliquastrum*) és a krisztusfa (*Gleditschia triacanthos*), továbbá azt, hogy a nem pillangós virágú növények közt is találunk olyanokat, amelyek gyökerein baktériumok okozta gumók fordulnak elő. Ilyenek az égerfa (*Alnus glutinosa*) és az ezüstfa (*Elaeagnus angustifolia*), amelyek baktériumai a *Bacterium radicola* csoportba tartoznak és szabad nitrogént áthasonítani képesek.

A gyökérlakó baktériumok nem találhatók meg minden talajban. Levegőigényük nagy, ezért túl nedves talajokban nem élnek meg. A talaj savanyúságával szemben is érzékenyek, a különböző csoportbeli baktériumok érzékenysége azonban nem egyforma, amint azt az alábbi táblázatból kivehetjük, amely azt a reakciószámot adja meg, amelynél az illető baktérium már nem él meg (FRED és DAVENPORT adatai).

	Savanyú határ	Lúgos határ
Lucerna és somkóró	pH 5.0	} 11.0
Borsó és bükköny	4.8	
Lóhere és bab	4.3	
Szójabab	3.4	
Csillagfürt	3.2	

A táblázatból látjuk, hogy a lucerna gyökérlakó baktériuma erősebben savanyú talajon nem él meg, gyengén savanyú talajban azonban megélhet. A lucerna megterem savanyú talajokban is; a baktérium és a növény közti társasviszony azonban csak lúgos kémhatású talajokban következik be, aminek magyarázatát SEWELL és GAINES legújabban (1930) végzett kísérletei adták meg. Ezekben a kísérletekben nagyon savanyú talajon (pH 4) öt növényen csak egyetlen kis gumó alakult ki, gyengén savanyú talajban (pH 6) néhány gumó volt látható, míg gyengén lúgos talajban (pH 7.5) nagy számban keletkezett sok jól elosztott gumó. Savanyú talajon tehát a lucerna a talaj

nitrogénkészleteiből kénytelen megélni, mint a többi növény.

A gyökérlakó baktériumok hiányozhatnak a talajból akkor is, ha anyanövényük valamilyen oknál fogva nem terem meg, a talaj sajátságai egyébként a baktériumokra kedvezőek lévén. Ilyenkor megeshet az, hogy valamilyen pillangósvirágú növény, amelyet először termelünk, nem találja meg a talajban a megfelelő gyökérlakó szervezetet.

A gyökérlakó baktériumok hiányán segíthetünk, ha a talajt a megfelelő baktériumokkal beoltjuk. Az erre vonatkozó vizsgálatok régebbi keletűek; 1887-ben a brémai kísérleti állomáson azt találták, hogy az újonnan víztelenített lápos talajokon igen szép lóhere termett, ha a talajt meghintették olyan földdel, amelyen már lóhere termett volt, feltéve még, hogy a talaj tulságos savanyúságát előzetesen meszezéssel tompították. Azóta a talaj beoltása gyökérlakó baktériumokkal egyes vidékeken nagy jelentőségűvé vált, különösen a lucernatermesztés terén. Így példának okáért Dániában a lucernával már megpróbálkoztak a 18. században eredmény nélkül; a 19. században azokat a területeket, amelyek a lucernát nem termették meg, meszezéssel megjavították, az így előkészített talajok a lucerna gyökérlakó baktériumaival beoltva, kitűnő lucernaterméseket adtak. Hasonló volt a helyzet az Egyesült Államok keleti részeiben is, ahol a talajok savanyúsága miatt sokáig nem tudtak lucernát termelni és ahol ma, meszezés és talajoltás segítségével, a lucerna termelése nagy jelentőségre tett szert.

A talaj beoltásának legegyszerűbb módja az, hogy a talajt meghintjük olyan földdel, amelyben az illető pillangósvirágú növény jól terem; az Egyesült Államokban erre a célra egy hektárra 4—6 métermázsa földet használnak. A beoltáshoz szükséges föld kevesebb is lehet, 2·5 métermázsa is elegendő, ha vetőgéppel a maggal együtt juttatjuk a talajba. A földet a talaj felső 5—15 cm mély rétegeiből kell venni. Ez az eljárás megtehető sok

munkával jár, különösen ha a földet messzebből kell szállítani és nagyobb terület beoltásáról van szó.

Egy másik eredményes eljárás, amelyhez kevesebb földre van szükség, az úgynevezett földes mag eljárás. Ilyenkor a gyengén megnedvesített vetőmagot a beoltásra szolgáló talajjal elkeverjük, a földből csak olyan keveset véve, amennyi a mag beporzására szükséges. Az Egyesült Államokban, ahol nagyobb arányokban alkalmazták a talajoltásnak ezt a módját, a következő utasítás szerint végzik: „Tegy egy kádba vagy egy ponyvára egy véka (36·3 liter) vetőmagot, önts rá kevés vizet és keverd el; csak annyi vizet végy, amennyi a mag megnedvesítésére szükséges, amely túl nedves ne legyen. Azután keverd el a magot alaposan 1·1 liter olyan földdel, amelyen az elvetendő növény jól terem. A mag most már be van oltva és elvethető.“

Az elvetett magot azonnal be kell fogasolni, hogy a baktériumok ne legyenek hosszabb ideig napfénynek kitéve, a közvetlen napfény elpusztítja őket. A beoltásra szolgáló földet az illető tábla több helyéről kell venni 5—15 cm mélységből. Lucerna esetén néhány tövet is kiáshatunk és a gyökerekhez tapadó földet vesszük. A földet inkább száraz állapotban gyűjtsük azért, hogyha azzal a megnedvesített vetőmagot beporozzuk, a vetőmag ne legyen sáros, hanem maradjon annyira száraz, hogy rögtön elvethető legyen. A gyökérlakó baktériumok a talajban sokáig, 10—15 évig is, megtartják életképességüket, még ha az anyanövényük hiányzik is.

Egy harmadik eljárás, amelyik szintén bevált a gyakorlatban, abból áll, hogy a vetőmagot a megfelelő gyökérlakó baktérium laboratóriumban készített tiszta tenyészetével oltjuk be. Ilyen kultúrák ma már kitűnő minőségben kerülnek forgalomba, a baktériumokat vagy ágarkocsonyán tenyésztik, vagy pedig csíráatlanított földdel itatják föl. A kihevítés által csíráatlanított földben a gyökérlakó baktériumok igen sokáig életben maradnak. Ilyen

csirátlanított földdel felitatott baktériumkultúrák hozzáánk legközelebb a bécsi növényvédelmi intézettől (Bundesanstalt f. Pflanzenschutz, Wien, II. Trunnerstrasse 1.) szerezhetők be különböző pillangós virágú növények beoltására.

A felsorolt három eljárás bármelyikével is elérhetjük célunkat, a beoltás azonban csak akkor lehet eredményes, ha a beoltandó talajban a baktériumok megtalálják életfeltételeiket. Túl savanyú és rosszul szellőzött talajokban elpusztulnak; ilyen talajok csak akkor olthatók be eredményesen, ha előbb a talajhibákat meszezéssel és a fölös víz elvezetésével megszüntetjük.

Újabb vizsgálatokból azt kell következtetnünk, hogy a talaj beoltása még abban az esetben is előnyös lehet, ha a kérdéses talajlakó baktériumok a talajban már megvannak. A kísérletekben a beoltott növények magasabb nitrogéntartalmuk által tűntek ki, ami takarmányértéküket növelte. Lehetséges, hogy ezekben az esetekben a beoltásra szolgáló baktériumok erőteljesebb nitrogént áthasonító képességűek voltak, mint a talajban már megtelepedett baktériumok.

A talaj beoltása gombatenyésztéssel. Savanyú talajokban a szerves anyag elbontásának feladatát főleg gombák végzik. Az ilyen talajokban a baktériumok, amelyek a talaj nagyobb fokú savanyúságával szemben érzékenyek, háttérbe szorulnak és a savanyúságot jól tűrő gombák veszik át azt a szerepet, amelyet a kevésbé savanyú és a lúgos talajokban a baktériumok végeznek el, mint a talaj emésztő szervei. Ilyen talajokban gyakran láthatjuk azt, hogy a virágos növények és a talajban élő gombák közt társas viszony alakul ki, amely abból áll, hogy a gomba behatol a növény gyökereinek szöveteibe, ott megtelepszik és tovább él anélkül, hogy a növénynek kárára lenne. A virágos növénynek és a gombának ezt a társas viszonyát mikorizának (gombás gyökér) nevezték el. Sok savanyú talajon élő növény a benne meg-

telepedő gomba nélkül nem is képes megélni, a gombafonalak közvetítik számára a táplálékot. Ilyen növényeken gyakran nem is találunk hajszálgökökerek, vagy csak kevés hajszálgökörük van; a hajszálgökökerek szerepét a gombafonalak veszik át, amelyek azonban nemcsak közvetítik a táplálékot, hanem a talaj szerves anyagainak elbontása útján létre is hozzák azt. A nagyon savanyú talajok oldhatatlan nitrogénvegyületeit ezek a gombafonalak alakítják át felvehető, vízben oldható vegyületekké, amelyeket a gazdanövény is felhasználhat.

Mikoriza csak erősebben savanyú talajokban alakul ki, kifejlődésére legkedvezőbb a pH 4 és 5 közt levő reakció. Lúgos talajokban a feltételek reá nézve kedvezőtlenek, itt a szerves anyagot baktériumok tárják fel és olyan bőségesen alakítják át növényi tápanyaggá, hogy a növény mikoriza nélkül is megélhet. Túlságosan savanyú talajokban, amelyeknek sajátosságai a gombára igen kedvezőek, a gazdanövényre pedig nagyon kedvezőtlenek, ez a társas viszony élősködéssé válik és a gazdanövény elpusztul.

A mikorizának a növény életében játszott szerepét behatóan tanulmányozták az orchideák és az erikafélék esetében. Ezek olyan növények, amelyek mikoriza nélkül nem élnek meg.

Az orchideákban a gyökér sejtjeiben találjuk a gombát, ez egy a *Rhizoctonia* nemhez tartozó penész. Szerepe főleg csirázáskor van. Az orchidea magvak kicsinyek és tartalék-tápanyagokat nem tartalmaznak; közönséges módon nem is igen csiráztathatók, bizonyos elővigyázati rendszabályok betartásával azonban csiráznak, ha cukorral ellátjuk őket. A kertészek mindig olyan közegben (fűrészpor, sphagnum) csiráztatják őket, amely már az anyanövény természetére is szolgált. Ilyenkor gyakran jól csirázik; ha a kicsirázott példányokat megvizsgáljuk, azt találjuk, hogy a gyökerek egyes sejtjeiben gombafonalak vannak. NOËL BERNARD francia botanikus 1903-ban arra a gondolatra jutott, hogy ezt a gombát kitenyésztí és ezzel a tenyésztettel

az orchidea magvakat beoltja. Eljárása teljes sikerrel járt és a kertészeti gyakorlatba is átment (45. kép). A rhizoctonia tenyészet segítségével az orchidea magvak csiráztatása semmilyen nehézséggel sem jár. A rhizoctoniának több típusa van, amelyek egyes orchideákhoz alkalmazkodtak, így például az *Odontoglossum* gombája nem segíti elő a *Cattleya* vagy a *Cipripedium* magjának a csirázását és fordítva.

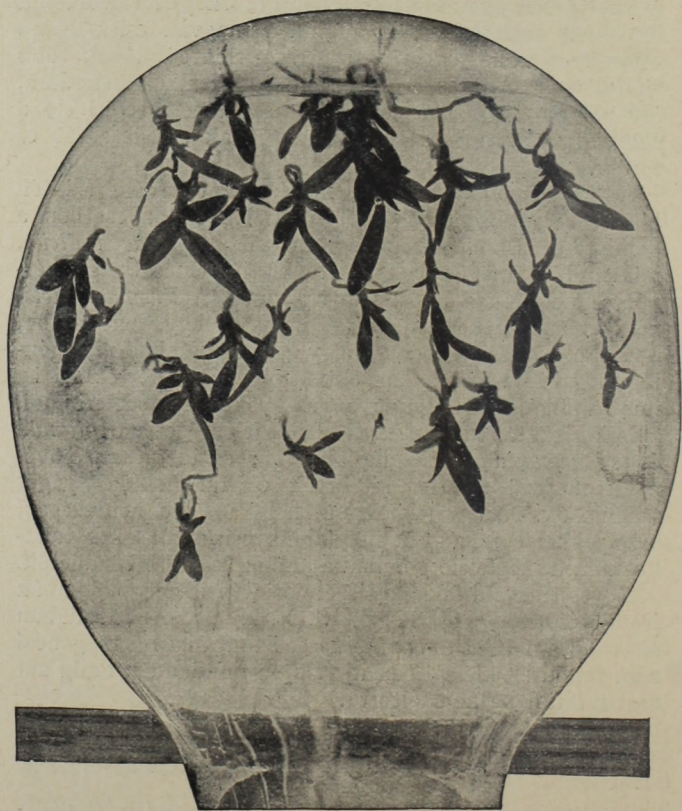
A hangafélék (*Ericaceae*) magjának csirázása szintén bizonyos gomba jelenlététől függ. Ebben az esetben a gomba a Phoma-félékhez tartozik (*Phoma radidis*), minden hanganövényben megtalálható, nemcsak a gyökérben, hanem a növény összes részeiben. A *Phoma radidis*-nak az az érdekes sajátága, hogy az egyetlen gomba, amelyről bebizonyosodott, hogy a levegő szabad nitrogénjét meg tudja kötni, ha sokkal gyöngébb mértékben is, mint a pillangós virágú növények gyökerlakó baktériumai.

Mikorizát találunk, mint általános jelenséget, a *Gentianák* és a *Burmanniaceák* családjában is; az ide tartozó növények magvai szintén kicsinyek és tartaléktápanyagot nélkülözők. Nagyon valószínű, hogy azok a nehézségek, amelyekkel e növények magjainak csiráztatásakor találkozunk, a megfelelő gombák alkalmazásával leküzdhetők.

Egyes tűlevelű fák tenyészte szintén bizonyos gombák jelenlététől függ, így KESSEL S. L. Nyugat-Ausztráliában azt találta, hogy *Pinus pinaster* és *Pinus insignis* magoncai nem fejlődtek kielégítően új talajon mindaddig, amíg azt régi talajjal be nem oltotta.

16. A termőföld fertőtlenítése.

Az üvegházi termelő, akit az üvegfalak nyújtotta védelem az időjárástól és az évszaktól függetlenít, minden körülményt olyan kedvezővé igyekszik tenni, amennyire az csak módjában van. Üvegházában megfelelő hőmérsékletet és nedvességet tart fenn, gondoskodik jó világításról



45. kép. Orchidea-tenyészet mikorizával beoltott agárkocsonyán
(MOLISCH nyomán).

és olyan talajokat és trágyákat használ, amelyek növényeinek a legmegfelelőbbek. Gyakran mégis azt kell tapasztalnia, hogy növényei a kedvező körülmények dacára sem díszlenek úgy, amint azt látni szeretné. A bőségesen adott meleg, nedvesség és tápanyag hatására az üvegházban az élőlények egész serege szaporodik el és tesz károkat: fonálféreg megátadja a gyökereket, élősködő gombák lepik el a szárazakat, a leveleket és a gyümölcsöt. Gyakran megesik az, hogy az üvegház földjét ezek a nem kívánatos lények annyira megfertőzik, hogy az növénytermesztésre teljesen alkalmatlanná válik és így ki kell dobni és újjal kell kicserélni.

Ezeknek a káros lényeknek a talajból való eltávolítása lehetséges olyan módon, hogy sem a termelendő növény, sem a talaj hasznos apró lakói nem szenvednek. A talaj lakóinak számát bizonyos eljárásokkal lényegesen tudjuk apasztani. Ezek az apró lények ugyanis eltérő érzékenységek a meleggel és a különböző mérgekkel szemben. A talajnak magas hőmérsékletre való felmelegítésével vagy egyes mérgező anyagok nagyobb mennyiségben való alkalmazásával a talajban élő összes lényeket elpusztíthatjuk és teljesen csíráatlan talajt készíthetünk; a hőmérsékletnek bizonyos határok közt való tartásával vagy a mérgező anyagok kisebb mennyiségben való alkalmazásával pedig elérhetjük azt, hogy csak bizonyos csoportokat pusztítunk el, ha nem is tökéletesen. Ilyen eljárásokkal módunkban van talajunkat a káros szervezetektől megtisztítani; a megtisztított talajban a hasznos baktériumok spórái, amelyek a fertőtlenítést túléltek, kicsíráznak és a hasznos baktériumok tevékenységüket zavartalanul fejthetik ki. Ezt az eljárást, amellyel bizonyos szervezeteket elpusztítunk és másokat megkímélünk, részleges fertőtlenítésnek nevezzük.

A talaj részleges fertőtlenítésének igen nagy jelentősége van az üvegházi kultúrákban. Míg régebben a termelésre alkalmatlanná vált földet ki kellett dobni és nagy költség

arán újjal pótolni, addig ezzel az eljárással a talajt meggyógyíthatjuk, termékenységét visszaállíthatjuk olyan költséggel, amely kevesebb, mint a föld kicserélésének költsége. Angliában és az Egyesült Államokban, ahol egyes vidékeken az üvegházi termelés olyan nagy területeket foglal el, hogy új földet messziről kellene szállítani, a talaj részleges fertőtlenítése a gyakorlatban állandóan szokásos eljárássá vált.

A részleges fertőtlenítés jelentősége azonban nem merül ki a betegségeket okozó apró lények elpusztításában, hanem nagy hatással van a talajban végbemenő biológiai folyamatokra, amelyek a talaj szerves anyagaiból növényi tápanyagokat állítanak elő. Üvegházakban igen gyakran megesik az, hogy a talajnak kezdetben magas fokú termékenysége hirtelen lényegesen csökken a nélkül, hogy a növényeket betegségek támadták volna meg. Ha ilyenkor a földet megelemezzük, azt találjuk, hogy rendkívül bőven tartalmaz növényi tápanyagokat, főleg nitrogént; az ilyen talajok nitrogéntartalma sokszor magasabb, mint a készítésükkor használt istállótrágyáé, így például egy ilyen földben a vegyész 0.75% nitrogént talált, míg a készítésére használt trágya csak 0.64%-ot tartalmazott; a szervesanyaghoz kötött nitrogén azonban nem alakul át olyan gyorsan felvehető vegyületekké, ammóniává és salétrommá, amint az az egyébként igen kedvező hőmérsékleten és nedvességi viszonyok közt lehetséges volna. Ha az ilyen „f á r a d t” talajt enyhén kihevítjük, vagy gyenge hatású fertőtlenítő szerekkel kezeljük, visszakapja eredeti termékenységét, sőt az még fokozódik is.

Ennek okát sokáig nem tudták megmagyarázni, amíg e század elején RUSSEL és HUTCHINSON angol kutatók ki nem mutatták azt, hogy az üvegház kedvező viszonyai közt a protozoák is igen elszaporodtak. Sok protozoa baktériumokból táplálkozik és ha nagyon elszaporodnak, olyan nagy mértékben pusztítják a baktériumokat, hogy ezáltal a talajban végbemenő biológiai bomlások mértékét

lényegesen csökkentik. A protozoák aránylag kényes szervezetek, a talaj részleges fertőtlenítésekor elpusztulnak és ezáltal a baktériumok elszaporodásának akadálya megszűnik. A baktériumok elszaporodása pedig ebben az esetben nagyobb termékenységet jelent. Arra nézve, hogy kedvező körülmények közt a baktériumok mennyire elszaporodhatnak, álljon itt a következő példa. Egy gramm fáradt talajban RUSSEL 7 millió baktériumot talált, kihevítés után mindössze 400 maradt meg, ezek négy nap alatt 6 millióra, további pár nap alatt pedig 40 millióra szaporodtak el. Ennek megfelelően a kihevített talajban a felvehető nitrogénvegyületek mennyisége is jóval nagyobb, mint az eredeti fáradt talajban. Ennek bizonyítására szolgáljon az alábbi táblázat.

	1 kg nedvesen és állandó hőmérsék- leten tartott talajban volt : összes ammónia- és salétrom- nitrogén milligrammokban : kezdetben 3 hét múlva nyereség		
Nem kezelt talaj	13·8	17·7	3·9
2 órán át 98°-on kihevített talaj	19·5	55·8	36·3

Ez a nyereség lényegesen nagyobb termékenységet jelent.

A termőföld részleges fertőtlenítésének azonban nemcsak az üvegházi termelésben van jelentősége. Szabadföldön is megesis az, hogy talajunkat bizonyos kártevők annyira ellepik, hogy az egyes növények termesztésére alkalmatlanná válik; így például az állati kártevők közül a filloxéra a szőlőtermelésre, bizonyos fonálférgek a répatermelésre jelentenek komoly veszedelmet. Élősködő gombák is elszaporodhatnak annyira, hogy egyes növények termelése lehetetlenné válik; így ha lent több éven át termesztünk egymás után, a talajban a lennek bizonyos kártevői, egyes fuzárium fajok annyira

elszaporodnak, hogy talajunk néhány év múlva nem ad kielégítő termést; ilyenkor „talajúntság”-ról beszélünk, mintha talajunk megúnta volna a lent. Ilyen élősködő gombák okozta talajúntság felléphet más növények esetében is; igen gyakori a hereúntság esete. Ha néhány évre kihagyjuk az élősködő gomba gazdanövényét, a talajúntság magától is megszűnik, mert a gazdanövény hiányában a gomba a talajban nem szaporodhat el. A talaj részleges fertőtlenítésével módunkban van a talajúntságot rögtön is megszüntetni.

Fáradt talajokat is találunk a természetben, a talaj-fáradtság a szabad földön éppúgy meggyógyítható a talaj részleges fertőtlenítésével, mint az üvegházban.

A talaj részleges fertőtlenítését már a régiek is gyakorolták; a rómaiak megfigyelték azt, hogy a tarló felgyújtása növeli a talaj termékenységet, VERGILIUS Georgikonjában többféle magyarázatát is adja ennek a megfigyelésnek. Ma Angliában és az Egyesült Államokban a talaj részleges fertőtlenítése a gyakorlatban elterjedt művelet, amelyet az üvegházi termelés rendes évi teendői közé számítanak.

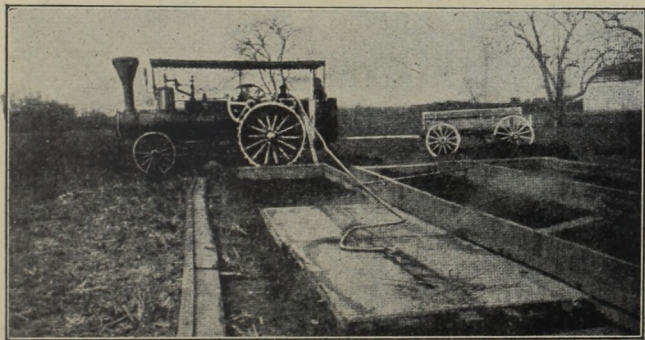
A talaj részleges fertőtlenítésének két módja van. Az egyik az, hogy a talajt 92—95°-ra melegítjük fel gőzzel vagy száraz meleggel, a másikat vegyi anyagokkal végezzük.

Részleges fertőtlenítés kihevítéssel. A gyakorlatban leginkább gőzt használnak a föld kihevítésére. Gőzzel nagymennyiségű földet is könnyen lehet fertőtleníteni; az eljárás lényege az, hogy gőzt bocsátanak a talajba, amíg az a kellő hőmérsékletre fel nem melegedett.

Ha csak a talaj felszíni rétegét (egy ásonyom mélységig) kívánjuk fertőtleníteni, igen jó szolgálatot tesz a „serpenyős” eljárás. A földet fából vagy vasból készült sekély (mintegy 15 cm magas) megfordított serpenyővel borítjuk be és a gőzt a serpenyő alá vezetjük, ahonnan az fokozatosan behatol a földbe és azt felmelegíti. A földet, amelynek nem szabad nedvesnek lennie, előzetesen egy ásonyom mélységig felássuk, ezzel megkönnyítjük a gőz

behatolását és a föld egyenletes felmelegedését. A felmelegedést hőmérővel kell ellenőrizni; ha a hőmérséklet 25 cm mélységben elérte a 93^o-ot, még 30 percig tovább gőzölünk (46. kép).

Egy másik, a gyakorlatban szintén bevált eljárás szerint a gőzt a talajba egy vascsövekből készült fésűszerű rostély segítségével fújtatjuk be. (47. kép.) A rostélyt befödjük a fertőtlenítendő földdel, amelyet ponyvával vagy üres zsá-

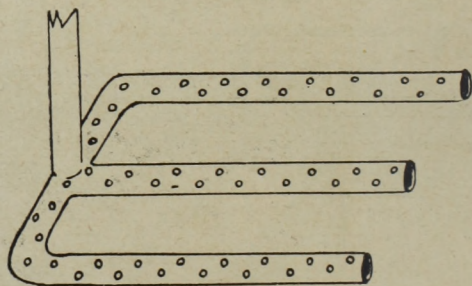


46. kép. Talajgőzölés a szabadban.

kokkal betakarunk. A gőzt 20—30 percig vezetjük be, azután a földet betakarva hagyjuk kihűlni, a rostélyt pedig kihúzzuk belőle és tovább használjuk. A gőzölő rostéllyal tetszésszerű vastagságú földréteget hevíthetünk ki; ennek különös jelentősége van, ha a földben fonálférgek vannak, amelyek $\frac{1}{2}$ méter mélységig is lehetnek.

Kis mennyiségű föld gőzölésére akármilyen üst, vagy nagyobb fazék is használható, amelynek fenekére egy átlukasztott bádoglepőt helyeztünk el; a bádoglep alatt víz van, amelyet felforralunk, a gőz a bádoglep nyílásain át a fedővel befödött földet átjárja és fertőtleníti.

A termőföld részleges fertőtlenítésére a száraz meleget is használják, ami éppoly jó eredménnyel jár, ha a hőmérsékletet gondosan ellenőrizzük. Kis mennyiségű földet bármilyen sütőben (kenyérsütő kemence, stb.) kihevíthetünk; ott, ahol nagyobb mennyiségű földet kezelnek, külön kemencéket építenek erre a célra. A kihevítendő föld ne legyen egészen száraz; ezáltal egyrészt a túlhevítés veszedelme csökken, másrészt a meleg gyorsabban és egyenletesebben terjed szét a tömegben.

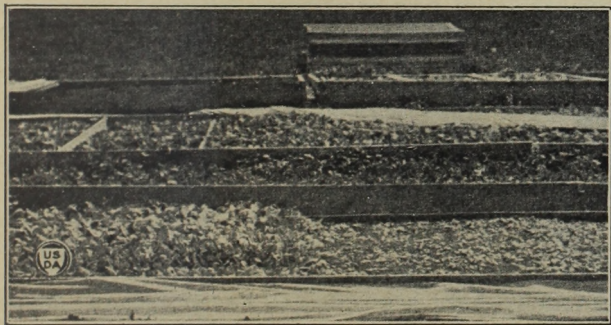


47. kép. Talajgőzölő rostély.

Bármelyik eljárással is hevítettük ki a földet, 3—4 hétig állni hagyjuk, mielőtt felhasználnók. A kihevítés hatására ugyanis a föld szerves anyagai mélyreható átváltozásokon esnek át, olyan anyagok is keletkeznek, amelyek a csirázásra kedvezőtlenül hatnak, ezek azonban néhány heti állás után ismét eltűnnek a földből. (48. kép.)

Részleges fertőtlenítés vegyszerekkel. A termőföld részleges fertőtlenítésére vegyszereket is használhatunk. A vegyszerek hatása nem olyan sokoldalú, mint a kihevítése; hatásuk rendszeren a kártevőknek csak bizonyos csoportjaira szorítkozik, ezek ellen igen jól használhatók.

A talaj fáradtságának megszüntetésére és igen sok gomba- és baktériumokozta megbetegedés leküzdésére igen alkalmas anyag a formaldehid. A formaldehid sajátos szúrós szagú gáz, amely vízben jól oldódik. Vizes oldata a kereskedelembe formalin néven kapható, rendszeren 40% formaldehidet tartalmaz. A formaldehid kitűnő csiraölő szer, amelyet a vetőmag fertőtlenítésére



48. kép. Palánták növekedése gőzölt (bal oldal) és nem gőzölt talajon (jobb oldal). (JOHNSON nyomán).

már régebben használ a mezőgazdaság. Igen jó szolgálatot tesz a szaporításra szolgáló föld fertőtlenítésére; a vetőmag fertőtlenítése egymagában csak fél intézkedés; ha a gondosan fertőtlenített magot fertőzött földbe vetjük, semmit sem nyertünk vele.

Nagymennyiségű föld fertőtlenítésére kétségtelenül legelőnyösebb a gőzzel való fertőtlenítés, ha azonban csak néhány tonna földet akarunk fertőtleníteni, a formaldehid kitűnő szolgálatot tesz. A formaldehidet 2%-os oldatban szokás használni, amelyet a kereskedelmi 40%-os formalinból készítünk olyan módon, hogy egy rész formalint 49 rész vízbe öntünk. Egy tonna közepesen kötött

föld fertőtlenítésére mintegy 350 liter hígított formalinra van szükségünk (megfelel 7 liter 40%-os formalinnak). A fertőtlenítést a cheshunti kísérleti állomás utasítása szerint a következőkép végezzük: Eső ellen védett helyet választunk ki, amely lehetőleg vízszintes legyen. A talajt egészen simára verjük és formalinoldattal megöntözzük. Ilyen előkészítés után a fertőtlenítendő földet mintegy 15 cm vastag rétegben kiterítjük és átitatjuk formalinoldattal. Azután tetejére újabb földréteget teszünk és ezt is átitatjuk a fertőtlenítendő oldattal. Az eljárást addig ismételjük, amíg az összes földet nem kezeltük. A földrakást ekkor befedjük ponyvával vagy zsákokkal, amelyeket szintén átitatunk formalinoldattal. A föld 48 óráig betakarva marad, azután a ponyvát leszedjük, a földrakást széthányjuk és időről időre átforgatjuk, hogy megszáradhasson. A szerszámokat azonban minden egyes alkalommal formalinoldattal lemossuk, hogy a föld újból való fertőzését megakadályozzuk. A föld használható, ha már nem érezzük rajta a formalin szagát.

A formaldehidet használhatjuk a szabadban is a termőföld fertőtlenítésére. Erre a célra a talajt jól megöntözzük híg, mintegy 0·3%-os formalinoldattal, 50 liter öntöző folyadékot szánva egy négyszögméterre, majd kátrányozott papírral, vagy más alkalmas anyaggal befödjük és két napig állni hagyjuk. Könnyű talajon, amely túlgyorsan ereszti át a vizet, az oldatot több részletben adjuk, különben túlgyorsan elszivárog és kárba vész. A jól átdolgozott földbe 7—10 nap mulva vethetünk, vagy 10—14 nap mulva palántákat is ültethetünk.

Az Egyesült Államok egyes részeiben nagy károkat okozó hagymaüszög betegséget, amelyet az *Urocystis (Tubercinia) cepulae* nevű üszöggomba okoz, olyan módon küzdik le, hogy az erre a célra szerkesztett vetőgéppel a sorokba vetett hagymát híg formalinoldattal öntözik meg, 7·5 liter oldatot használva el 100 méter hosszú sorra,

Egyes betegségeket okozó gombák elpusztítására rézvegyületek is használhatók. Angol kertészek a rézgombaölő hatását az ú. n. cheshunti keverék alakjában használják, amely két rész kristályos rézgálic és 11 rész szénsavas ammónia keverékéből áll és amelyből 35 grammot 10 liter vízben oldunk fel. Az oldat igen hatásos gombaölőszer, amelyet különösen a paradicsompalánták eldőlése (szártövi fonnyadás) ellen használnak (38. kép). A fiatal növényeket bátran öntözhetjük ezzel az oldattal, amely a betegséget okozó gombákat (*Rhizoctonia solani* KÜHN, *Phytophthora cryptogea* PETHIBRIDGE et LAFFERTY és *Phytophthora parasitica* DASTON) előli.

A higany vegyületei még a réz vegyületeinél is hatalmasabb gombaölő-szerek, közülük kettőt, úgymint a szublimátot és a klórphenolhiganyt eredményesen használják az Egyesült Államokban és Angliában a golfpályákon fellépő barnafoltosságnak nevezett gypbetegség megszüntetésére, amelyet a talajban élő *rhizoctoniák* okoznak. A klórphenolhiganyt igen híg oldatban alkalmazzák (1 : 400), 2,5 liter oldatot adva 1 négyzetméterre; a gyp megöntözése után a betegség további terjedése rögtön megszűnik és a gyp visszaszerzi üde zöld színét. Ebben az esetben olyan gombával van dolgunk, amely a talaj legfelső rétegeiben él; mélyebben élő gombák ellen a higanyvegyületek, éppúgy, mint a réz vegyületei sem használhatók, mert a talaj agyagos részei ezeket a nehéz fémeket mohón elnyelik és így azok nem juthatnak le a mélyebb rétegekbe.

A talajban élő állati kártevők ellen is rendelkezünk igen hatásos vegyi szerekkel, ezek közül a szénkéneg használata a szőlőművelésben rendkívül el is terjedt és több mint 60 éves multra tekint vissza.

A szénkéneg (CS_2) kellemetlen szagú folyadék, amely már 46° -nál forr. Gőze az állatokra igen mérgező, mintegy háromszor olyan sűrű, mint a levegő és ezért jól használható a talajban élő állati kártevők elpusztí-

tására. A szénkénegnek a talajba való befecskendezésére igen ügyes szénkénegfecskendőket szerkesztettek, amelyekkel a szénkéneget pontosan lehet adagolni. Gőze jóval sűrűbb lévén a levegőnél, a talaj üregeiben szétterjed és egy ideig ott meg is marad. Vízben nem oldódik és ezért nedves talajokban hatástalan.

A szénkéneg kitűnő szer a talajfáradtság megszüntetésére. Ezt először egy elzászi szőlőtermelő, OBERLIN, figyelte meg, aki egy 1894-ben megjelent tanulmányában közölte tapasztalatait. OBERLIN-nek feltűnt, hogy a szénkénegezett talajban a szőlő olyan dűsan fejlődött, mintha nitrogéntrágyát kapott volna. OBERLIN megfigyelései vetették meg alapját a talaj részleges fertőtlenítése gyakorlatának. A fáradt talaj részleges fertőtlenítésére 200—300 gramm szénkéneget használunk 1 négyzetméter földre.

Nagyon elterjedt a szénkéneg alkalmazása a szőlő filloxérája ellen. A szénkéneg nagyobb mennyiségben a talajba fecskendezve teljesen kipusztítja a filloxérát, de magát a szőlőtőkét is megöli. Ezért az úgynevezett irtó eljárást, amelyben egy tőkére 300 gramm szénkéneget adunk, csak akkor alkalmazzuk, ha a talajt a tőkére való tekintet nélkül akarjuk fertőtleníteni. Az úgynevezett gyérítő eljárásakor a tőke körül 4 lyukat fúrunk, a tőkétől legalább 25 cm távolságra és mindegyikbe 5—6 g szénkéneget fecskendezünk. Ezzel az eljárással a tőkében kárt nem okozunk, a filloxérát azonban nem pusztítjuk ki teljesen, ezért a szénkénegezést időről időre ismételni kell.

Kitűnő védekezőszer a szénkéneg a fonálférgek ellen 400 gramm négyzetméterenkénti adagokban. Sikerrel használható általában a talajban élő összes állati kártevők, ú. m. különböző rovarok álcái, rágcsáló állatok (mezei egér, hörcsög, vakond), stb. elpusztítására.

A kertészetben a szénkéneget eredményesen használják az almafa vértetűjének gyökérlakó alakja ellen, az

üvegházi növények gyökerein élősködő tetvek és más férgek ellen, továbbá a cserepes kultúrák földjének készítésére szánt földekben élő szőrférgek és egyéb kárt okozó álcák ellen.

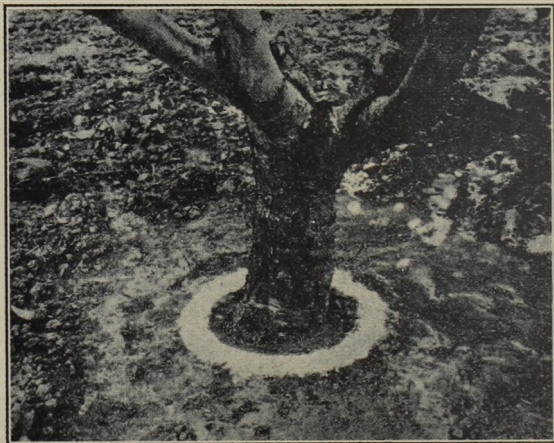
Igen hatásos talajfertőtlenítő szereket szolgáltatnak a köszénkátrány egyes származékai. Ilyen anyag a kre-zilsav vagy más néven folyékony karbolsav, amely halvány szalmasárga színű folyadék alakjában kerül forgalomba. Hatóanyagai fenol és különböző krezolok, amelyek igen hatásos fertőtlenítőszer. A kre-zilsav híg vizes oldata (3 liter kre-zilsav 40 liter vízben 10 négyzetméterre) kitűnő szer a talajfáradtság ellen. A talajba kerülő kre-zilsavat a talaj bizonyos baktériumai, a fenolbaktériumok, hamarosan elégetik, ezért ez az anyag a talajban még ismételt alkalmazás esetén sem halmozódhat fel.

Az utóbbi években az Egyesült Államok őszibaracktermő vidékein komoly károkat okozott az őszibarack fűrőbogár (*Sannonoidea exitiosa* Sav), amely ellen eredményesen használható, mint talajfertőtlenítőszer, a benzolnak egy klórszármazéka, a paradiklórbenzol, egy kámforra emlékeztető szagú, fehér színű, kristályos anyag, amelyet nálunk globol néven a ruhamoly ellen használnak. A paradiklórbenzolt a fa törzse körül húzott sekély gyűrűalakú árokban hintik el, amelyet földdel befödnek. Egész fiatal fák esetében óvatosan kell adagolni, 3—5 éves barackfák 15—30 grammot, 6 évesnél idősebb fák 30—40 grammot eltűrnek. A legjobb eredményeket akkor adja ez a kezelés, ha a talaj hőmérséklete 24—28 C° közt van. Nagyon valószínű, hogy olyan vidékeken, ahol gyakori az ilyen magas hőmérséklet, mint például hazánkban is, a paradiklórbenzol más talajban lakó kártevők ellen is eredményesen használható (49. kép).

A talajban élősködő rovarok ellen az üvegházakban eredményesen használják a köszénkátránynak egy másik

származékát, a naftalint, amelynek kellemetlen szaga sok rovarra elriasztó hatású.

A talaj részleges fertőtlenítésére a felsorolt anyagokon kívül még sok más anyaggal is kísérleteztek és egyes esetekben jó eredményeket is értek el velők. Ilyen anyagok az égetett mész, a klórmész, a mészkéneg és még több más.



49. kép. Őszibarackfa talajának fertőtlenítése paradiklórbenzollal (globollal).

17. Mérgek a termőföldben.

A talajok termékenységét gyakran korlátozzák olyan anyagok, amelyeket az életfolyamatokra gyakorolt káros hatásuk miatt mérgeknek nevezünk. A mérreg fogalma azonban igen relatív. Valamely anyag mérgező tulajdonságainak érvényesülése több tényezőtől függ. Ilyen többek közt az adagolás. Vannak olyan anyagok, amelyek már igen kis mennyiségben is rendkívül mérgezően hat-

nak, míg másoknak a mérgező adagja aránylag magas. Magasabb adagokban azonban sok olyan anyag is mérgezően hat, amely kisebb mennyiségben a talaj rendes, sőt nélkülözhetetlen alkotórészei közé tartozik. Ezeket az utóbbiakat nem is tekintjük a szó szorosabb értelmében vett mérgeknek és ezért ebben a fejezetben csak olyan anyagokról lesz szó, amelyek már kis mennyiségben is lényegesen csökkentik a talaj termékenységet.

A mérgező anyagokat két csoportba oszthatjuk, a szerint, hogy igen nagy hígításban miként befolyásolják a növényt életműködéseiben. Vannak olyanok, amelyek nagy hígításban közömbösek és kedvezően a növény fejlődésére semilyen adagolásban sem hatnak, míg mások a növekedésben lényeges szerepet játszanak vagy legalább is kedvezően befolyásolják a növényt a fejlődés bizonyos szakaszaiban, ha elég kis adagokban adjuk őket.

Az előbbi csoportba tartozó anyagok feltétlen mérgek, míg az utóbbiak megítélésében nehezebb a helyzetünk. Egyesek *serkentőknek* (*stimulantia*) nevezik és a tápanyagokhoz sorolják őket. A szó szorosabb értelmében vett tápanyagoktól azonban lényegesen megkülönbözteti őket az, hogy míg a tápanyagokból a növénynek aránylag nagy mennyiségekre van szüksége és a növekedés tág határok közt arányos a tápanyagellátással, addig a serkentőkből igen kis mennyiségek elegendők ahhoz, hogy teljes hatásukat kifejthessék.

Amikor a serkentés (stimuláció) jelenségével foglalkozni kezdtek, feltételezték, hogy minden mérgezőleg hat, ha eléggé kis adagban adjuk. Újabb vizsgálatok eredményeiből azonban arra kell következtetnünk, hogy ez nem áll minden esetben, mert BRENCHELEY angol kutató legújabb vizsgálataiból kitűnt, hogy a réz, a cink, az arzén, amelyeket sokan kiváló serkentőknek tartanak, egyes növényekre egyáltalán nem hatnak serkentőleg, bármily kis adagokban is alkalmazzuk őket.

Itt reá kell még mutatnunk arra, hogy a serkentés fogalmát egyes kutatók különbözőkép értelmezik. A serkentés ugyanis különböző módon juthat kifejezésre, javulhat tőle a zöld növekedés és a zöld növény általános megjelenése, gyorsulhat a párolgásos áramlás, ami nagyobb mennyiségű vízfelvétellel járhat a gyökér részéről, elősegítheti az asszimilációt, ami a száraz súly növekedésében juthat kifejezésre. De ezek a jelenségek nem függnék össze szükségszerűen egymással, amit a serkentés jelenségeinek már említett kutatója, BRENCHELEY nyomatékosan hangsúlyoz, amikor reámutat arra, hogy valamely mérég hig oldatával kezelt növény sokkal egészségesebb megjelenésű és súlyosabb lehet zöld állapotban, mint a nem kezelt növény, amely viszont súlyosabb lehet száraz állapotban. A zöltségkertész például, akire nézve terményeinek nagysága és megjelenése fontos, salátájának és káposztájának zöld állapotban való megjavulásában serkentést lát, még akkor is, ha a nagyobb súly főleg annak a víztöbbletnek köszönhető, amelyet a növény a serkentő tényező hatására felvett; a kutató a száraz súlyban látja megfelelőbb mértékét a serkentésnek, mert ez jobban fejezi ki a növény életműködésének növekedett tevékenységét. Ezért, ha a továbbiakban serkentésről lesz szó, ezt a kifejezést ilyen értelemben használjuk.

A serkentő hatású mérgek alkalmazásától egyes kutatók nagy eredményeket vártak a gyakorlatban, a hozzájuk fűzött remények azonban a mai napig nem váltak be.

Valamely mérégnek a talajban való szerepe több oldalú lehet. Vannak esetek, amikor a talajba kerülő mérég a növényt elpusztítja ama közvetlen mérgező hatásnál fogva, amelyet a növényre kifejt. Igen gyakran azonban a mérgezés magára a talajra is kiterjed; a mérég hatására a termőföld egyes sajátságai olyan változásokon esnek át, amelyek többé-kevésbbé maradandóak és a talaj termékenységét károsan befolyásolják. Ezért, ha a talajba kerülő mérgező anyagok hatását helyesen óhajtjuk értel-

mezni, tekintettel kell lennünk ama hatásukra is, amelyet a talaj életnyilvánulásaira fejtenek ki. A talajba kerülő mérgező anyagok nemcsak a talajon termő növényekre hatnak, hanem a talaj apró szervezeteire is, amelyek életműködésének megzavartatását a kultúrnövény is megérzi. Bizonyos anyagok azonban káros hatást fejthetnek ki a talaj kolloidjaira is, azokban olyan állapotváltozásokat idézve elő, amelyek a talaj anyagcseréjét kedvezőtlenül befolyásolják.

Ilyen sokoldalú mérgező hatást fejtenek ki például a nátrium sói, amelyeket nem sorolhatunk a hevesen ható mérgek közé, mert kultúrnövényeink aránylag sok nátriumsót bírnak el károsodás nélkül, amelyek azonban a talaj kolloidjaira kifejtett hatásuk miatt sokszor okozói a talaj csökkent termékenységének (v. ö. az 1. fejezettel).

Sokoldalú mérgező hatást fejtenek ki a savak és a lúgok is bizonyos töménységen felül. A savak mérgező hatását a hidrogénionoknak, a lúgokét a hidroxilionoknak tulajdoníthatjuk; ezek szerepével bővebben foglalkoztunk az 5. fejezetben.

A nátrium sói, a savak és a lúgok csak akkor fejthetnek ki mérgező hatást, ha aránylag nagy mennyiségekben kerülnek a talajba, nem is számítjuk őket a tulajdonképeni mérgek közé.

A tulajdonképeni mérgek már kis mennyiségben is igen erős mérgező hatást fejtenek ki. Ilyen anyagok sokféleképp kerülhetnek a talajba; amikor növényeinket réz- vagy arzéntartalmú védekezőszerekkel kezeljük, a védekezőszer egy része a talajra kerül. Megesik az is, hogy egyes műtrágyákkal jutnak mérgező anyagok a földbe, így például perklórsavas sók a chilisalétrommal, rodánvegyületek a kénsavas ammóniával, bórvegyületek a kálisókkal, stb. Mérgező anyagok magában a termőföldben is keletkezhetnek a szerves anyagok elbomlása során. De szándékosan is vihetünk mérgező anyagokat a talajba

azért, hogy bizonyos kártevőket elpusztítsunk, vagy hogy a földet bizonyos növények megélhetésére alkalmatlanná tegyük.

A következőkben néhány ilyen mérgező anyagnak a talajban való szerepével foglalkozunk.

A réz, az arzén és a bór mint talajmérgek. A terméseinket veszélyeztető gombabetegségek ellen leghasználtabb védekezőszerünk a réz.

A réz összes sói erős plazmamérgek. Mérgező hatásuk a zöld növényekre is kiterjed. Az algák különösen érzékenyek a rézvegyületekkel szemben, a *Spirogyra* nevű zöld alga például elpusztul az olyan vízben, amelynek 50 literében 1 mgrézgálicot oldunk. Az algáknak ezt a rendkívüli érzékenységet a rézzel szemben újabban kiterjedten fel is használják víztartók és kisebb tavak tisztántartására; az algák elpusztítására általában 1 mg rézgálicot oldanak 1 liter vízben. A magasabbrendű vízi növények, mint a vízi rózsa és a nenufár ebben a hígításban a rezet jól bírják.

Nagyobb töménységben azonban a réz a magasabbrendű növényekre is mérgezően hat. A mérgező adag nagysága nagy mértékben függ attól, hogy milyen más anyagok vannak még jelen a tápoldatban. TRUE és GRIES fehér csillagfürttel végzett kísérleteiből az tűnik ki, hogy a kalcium vegyületei csökkentik, a nátriumsók pedig növelik a réz mérgező hatását, míg a magnéziumvegyületek ebben a tekintetben közömbösek.

A földben aránylag nagy rézadagok sem hatnak károsan, mert a rezet a talaj agyagos részei erősen megkötik, ezért agyagos talajokban a növények jól bírnak el olyan rézmennyiségeket, amelyek homokos talajban károsan hatnak. Az egyes növények érzékenysége is különböző, LIPMAN és WILSON kísérletei szerint a búza 1 g rézgálicot 1 kg talajban nem érez meg, a bükköny ellenben ennél az adagnál már mérgezési tüneteket mutatott fel, bár a gyökerek kifejlődése rendes volt, jó gumóképződéssel.

Amióta a réz sóit rendkívüli mennyiségekben használják a növényvédelem céljaira, részben a levelek permetezésére, részben a vetőmag csávázására, sokan észlelték azt, hogy a talajba kerülő rézvegyületeknek termést-növelő hatásuk van. Ezt bizonyítják DENSCH-nek és HUNNIUS-nak a landsbergi (Poroszország) kísérleti állomáson legújabban végzett kísérletei is. Ezek szerint a rézgáliccal való műtrágyázás, amely hektáronként 30 kg-ig emelkedett, a termést fokozta és pedig elsősorban a szemtermést, míg a szalmatermés gyakran valamivel csökkent. A rézgálic terméstfokozó hatása még a második évben is észlelhető volt. A magnak rézgálicos csávázása a szokásos erejű oldatokkal (0·1—0·25%) majdnem éppolyan hatású, mint a rézgáliccal való műtrágyázás.

A rézgálic terméstfokozó hatását DENSCH és HUNNIUS a réz hatására észlelhető bővebb klorofilképződéssel magyarázzák. A rézzel trágyázott növényekben több a klorofil (3·2%, a nem trágyázott növényekben 2·5%), ennél fogva erősebben asszimilálhatnak és több új szerves anyagot termelnek, még pedig elsősorban szénhidrátokat, amelyeket a növény a magvakban raktároz, mint tartaléktápanyagokat. A fehérjeképződésre a réz látszólag nincs hatással. Érdekes összefüggés mutatkozott ezekben a kísérletekben a növények által felvett réz és vas mennyisége közt, a réz a vasselvételt visszaszorította. DENSCH és HUNNIUS valószínűnek tartják, hogy a klorofilképzésben a réz a vasat bizonyos mértékig helyettesítheti és ezért a növénynek kevesebb vasra van szüksége réz jelenlétében.

A réznek ezt a serkentő hatását, amelyet a szabad földön gyakran észlelnek, vizes tenyészetekben nem sikerült megfigyelni. Vizes kultúrákban a rézvegyületek még igen kis adagokban is mérgezően hatnak (50. kép).

Újabban az arzéntartalmú védekezőszerek tettek szert nagy jelentőségre abban az állandó küzdelemben, amelyet a növénytermelő az állati kártevők

ellen folytat. Az arzéntartalmú védekezőszerek használata évről évre terjed a gyümölcstermelők s a szőlészek körében; az Egyesült Államok gyapottermő vidékein repülőgéppel szórják óriási területekre; ugyanilyen mó-



50. kép. Rézgálic mérgező hatása árpára. Az 1. számú növény tápoldata üvegedényben desztillált vízzel, a 2. számú növényé pedig rézedényben desztillált vízzel készült. A 3. számú növény tápoldata 80 mg rézgálicot tartalmazott 1 literben, míg az utolsó (9.) növény tápoldatának 1 literében csupán 1 mg rézgálic volt oldva.

(BRENCHLEY nyomán).

don Németországban is kitűnő eredményeket értek el az erdőket pusztító hernyók ellen. Az arzéntartalmú védekezőszerek ilyen állandóan fokozódó alkalmazása közben a talajba tekintélyesebb mennyiségű arzén kerül, amely ott káros hatást is fejthet ki.

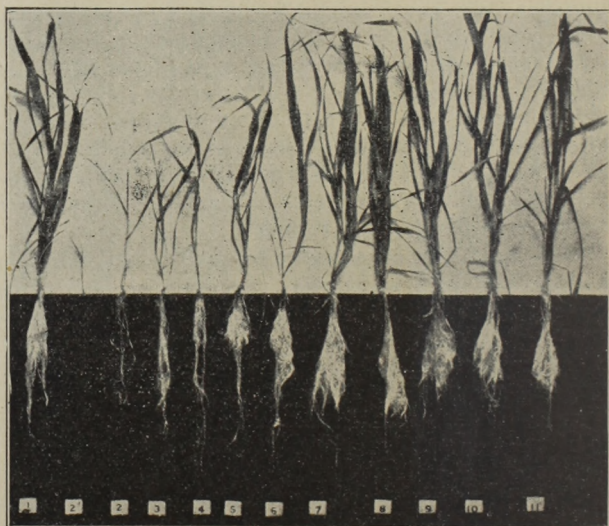
Az arzén a talajban mindig kimutatható, a növények hamujában is igen kis mennyiségben ugyan, de mindig megtalálhatjuk. Mint érdekes dolgot említhetjük meg, hogy ez az elem, amelynek összes vegyületei az állat szervezetében olyan heves méregként hatnak, az alsóbbrendű növényzetre egyáltalán nem hat mérgezően, annyira nem, hogy a növényfiziológusok az arzénsav káros hatását az algákra ennek az anyagnak a savanyúságával magyarázzák; közömbös oldatokban az arzén vegyületei nem hatnak mérgezően az algákra. Az algák az arzénikumot tápanyagul is fel tudják használni, sőt BOUILHAC megfigyelései szerint foszfort nem tartalmazó tápoldatokban az arzén a foszfort pótolni is képes.

Hasonlóképpen a penészek is fel tudják használni tápanyagul az arzén vegyületeit, ami súlyos mérgezésekre vezetett már, amikor a schweinfurti zölddel (arzénes savas rézvegyület) festett tapétákból a penészek életműködése következtében arzénhidrogén szabadult fel, amely a levegőbe jutott.

Az arzén mérgező hatása a növényvilágban csak a magasabbrendű növényeken észlelhető; ezekre azonban már igen kis adagokban is mérgezően hat (51. kép). Vizes kultúrákban az arzénes sav az árpára már határozottan káros hatást fejt ki olyan nagy hígításban is, mint 1 mg 10 literben; 100 mg 1 literben a növekedést teljesen megakadályozza. Borsón is már észrevehető hatás mutatkozik az említett hígabb oldatban, ez a növény azonban érzékenyebb a nagyobb töménységgel szemben, mert növekedése már 4 mg pro literben megszűnt. Az arzénsav kevésbé mérgező, az árpa esetében a káros hatás 10 mg pro literben kezd jelentkezni.

Amíg vizes oldatokban a kultúrnövények nagyon érzékenyek az arzén vegyületeivel szemben, a talajban az arzén jóval kevésbé mérgező, bizonyára azért, mert az oldható arzénvegyületek kevésbé oldható vegyületekké alakulnak át. Az egyes növények azonban a talajban is

különbözően viselkednek a talaj arzéntartalmával szemben, a bab és az uborka például nagyon érzékenyek, míg a fűfélék kevésbé azok. Nagyobb adagokban azonban az



51. kép. Az arzénessav mérgező hatása árpára. Az 1. növény arzénessavat nem kapott, a 2. növény kapta a legtöbb arzénessavat (20 mg-ot 1 liter tápoldatban), a többiek sorrendben mind kevesebb arzénessavat tartalmazó tápoldatban nőttek, az utolsó (11.) növény esetében 1 liter tápoldat $\frac{1}{50}$ mg arzénessavat tartalmazott. (BRENCHLEY nyomán).

arzénvegyületek az összes növényeket elpusztítják, ezen alapszik az arzénikumnak a gyomnövények kiirtásában való alkalmazása. GRAY 1919-ben közölt kísérletei szerint 34 gramm arzénikum 1 négyzetméterre elszórva az összes növényeket elpusztította, egyes *Convolvulus* fajokat kivéve.

A vizes tenyészetekben az arzénnek semilyen serkentő hatása sem volt észrevehető. Szabadföldön azonban többször észlelték azt, hogy kis mennyiségben az arzén serkentő hatást fejthet ki. Erre már 1839-ben SPRENGEL is reámutatott búzával és rozssal végzett megfigyelései nyomán. Újabban PICCADO tengerivel végzett kísérleteiben tapasztalta, hogy 1 kg arzén 1 hektárra elszórva a termést fokozta. FREE *Pelargonium zonále*-n észlelt határozott, ha nem is nagyfokú serkentést arzénvegyületek hatására, míg két más, ugyancsak amerikai kutató, STEWART és SMITH, több más növényen figyelte meg ezt. Az arzénvegyületeknek a szabadföldön észlelt serkentő hatását a talaj mikrobáira gyakorolt kedvező hatására vezethetjük vissza. GREAVES és CARTER kísérletei szerint kis mennyiségű arzén a talaj mikrobáira kedvező hatással van és úgy az ammónia-, mint a salétromképződést élénkíti. Nagyobb adagok azonban károsak.

A védekezőszerekkel a talajba kerülő arzén tehát egyes esetekben kedvező hatást fejthet ki. Attól pedig nem kell tartanunk, hogy az évenként megismétlődő védekezési eljárásokkal a talajba kerülő arzénvegyületek itt olyan mértékben halmozódjanak fel, amely már káros lehetne. Az arzénvegyületeket a talaj ugyanis nem köti meg erősen, ezért az esők a talajból kilúgozzák ezt a mérgező anyagot.

A természetben mégis találunk ritkaságkép olyan talajokat, amelyeket magas arzéntartalmuk tesz terméketlenné. Ilyent ismertetett TRUNINGER Svájcban. Itt a Buus melletti Erzmatt nevű hegy oldalát borító talajhoz arzéntartalmú, puha barnavasérc keveredett. Ezen a talajon magas arzéntartalma miatt a kultúrnövények mindjárt a csírázás után tönkremennek. A gyéren termő vad növényzét szárazságot tűrő fajokból áll, arzént azonban csak rendkívül kis, alig kimutatható mennyiségben tartalmaz, úgyhogy az állatok egészségük veszedelme nélkül legelhetik. Az Erzmatt talaján is észlelhető az arzén

lassú, fokozatos kilúgzása; ahol a talaj arzéntartalma 0.014% alá csökkent, ott már kultúrnövények is megélnek.

Igen érdekes helyet foglal el a növényi mérgek közt a bór. A bór rendkívül el van terjedve a természetben. Minden növényben megtaláljuk, ha keressük. Először WITTSTEIN és APOIGER mutatták ki egy trópusi növény hamujában 1857-ben. Felfedezésük feledésbe merült és csak jóval később, 1888-ban elevenedett fel az érdeklődés a bór elterjedése iránt, borhamisításokkal kapcsolatban, amikor BAUMERTH a bórt az általa megvizsgált összes borokban megtalálta. Ugyanebben az évben LIPPMANN kimutatta a cukorrépa leveleiben és gyökereiben. Ezóta igen sok vizsgálatot végeztek, amelyekből kitűnt, hogy a bór a növényvilágban rendkívül el van terjedve. A megvizsgált növények közül a legtöbb bórt egy nyírfaminta (*Betula alba*) tartalmazta, itt a hamunak 1.17%-a volt bór; a legkevesebbet egy kenderminta (*Cannabis sativa*), amelynek hamujában 0.12% bórt találtak. Általában a növények a bórt mérhető mennyiségben tartalmazzák még akkor is, ha olyan földben nőttek, amelyben a bór nyomait is csak alig lehet kimutatni.

A bórsav és vegyületei, amelyeket az orvostudomány már régóta használ, mint enyhe fertőtlenítőszereket, határozottan mérgező hatást fejtenek ki a magasabbrendű növényekre is. Ezt számos megfigyelés igazolja, amelyek közül említsük fel AGULHON vizsgálatait, aki vizes kultúrákkal dolgozott és azt találta, hogy 100 mg bórsav 1 liter vízben megakadályoz minden növekedést. De már sokkal kisebb adagok is mérgezőek, 10 mg pro liter bórsav jelenlétében a levelek már sárgulnak. A levél elhalványulása jellemző tünete a bórsavmérgezésnek. Hasonlóképpen mérgezően hat a bórsav a talajban is, ezt már 1876-ban bebizonyította PELIGOT, akinek kísérleteiben a bab elpusztult olyan talajban, amelynek 1 literjéhez 2 gramm bórsavat adott. NAKAMURA és AGULHON vizsgálatai szerint sokkal kisebb adagok is mérgezőek, 50 mg bórsav 1 liter

földben már nagyon káros, és még olyan kis adagnál is, mint 10 mg bórsav 1 kg földben, a mérgezés tünetei határozottan felismerhetők. A bór tehát már mérgező olyan kis adagokban, amelyekben a réz vagy az arzén nem fejtenek ki káros hatást.

A bóraxnak a növényekre gyakorolt mérgező hatásáról az Egyesült Államok műtrágyakereskedői szereztek kellemtelen tapasztalatokat a világháború alatt, amikor a Németországból származó kálisók pótlására olyan kálisókat hoztak forgalomba, amelyeket Amerika sivatagi éghajlatú vidékein levő sóstavak vizéből szereztek. Ezek bóraxot tartalmaztak és alkalmazásuk komoly károkat okozott. Egy ilyen esetben, amelyet CONNER írt le Indiana államból, a műtrágya 1.63% bóraxot tartalmazott és a tengeri leveleinek elhalványodása már észlelhetővé vált, ha egy angol hold területen (= 0.4 ha) 25 kg műtrágyát szórta el. A bórax egyébként agyagos talajon kevésbé mérgező, mint homokos talajon; savanyú talajon kisebb adagok is veszélyesek, mint meszes talajon. Ismételt alkalmazása esetén nem fokozódott a hatása, mert az időközi esők a talajból kimosták.

Bármennyire is mérgezők a bórsav vegyületei már ilyen kis adagokban is, igen kis adagokban a bór bizonyos növények életében nélkülözhetetlen szerepet játszik. Ezt bizonyítják WARINGTON megfigyelései, amelyek szerint a lóbab (*Vicia faba*) nem nőtt meg olyan tápláló oldatokban, amelyek bórát egyáltalán nem tartalmaznak. Az ilyen növények rendesen indultak, majd a szár vége elhalt, megfeketedett, a megfeketedés fokozatosan haladt a szár belsejébe. Ezzel egyidejűleg a gyökér fejlődése is megakadt (52. kép). Ezeket a külső jeleket mélyreható anatómiai változások is kísérték. A pillangós virágúak családjába tartozó növények legtöbbje hasonlóan viselkedik; ilyenek a szójabab, a lucerna, a piros futóbab, a vörös lóhere, a fehérhere, a bíborhere; míg a borsó megnő és életképes magot hoz létre bór nélkül is. WARINGTON sok más, nem



52. kép. A széles levelű bab fejlődése bórsavat tartalmazó (jobb oldalt, 1 mg bórsav 2 liter vízben) és azt nem tartalmazó tápoldatban (bal oldalt). (BRENCHLEY nyomán).

pillangós virágú növényekkel is kísérletezett, de eddig csak a dinnye és a tözike (*leukojum*) bizonyultak bórtigénylőknek. A kalászosok (búza, árpa, rozs) teljesen megérnek bór nélkül.

A bór igénylő növények esetében a szükséges bór mennyisége igen kevés; 1 mg bórsav 2·5—5 liter táp-

oldatban már teljes hatást fejt ki. Növekedő bórsav-adagok éppoly hatásosak mindaddig, amíg a bór mérgező hatása nem kezd érvényesülni. A mérgezés tünetei először az alsó leveleken mutatkoznak.

A bórmentes oldatokban tenyésztett pillangós virágú növények anatómiai elváltozásaiából arra következtethetünk, hogy a bórnak szerepe van az edénynyalábok kifejlődésében. Erre utal az a körülmény is, hogy a pillangós virágú növények gyökerein a gyökérlakó baktériumok okozta gumók és az anyanövény közt csak akkor jön létre szerves összeköttetés, ha a talajban bór is van jelen (l. a 15. fejezetet).

Mérgeket tartalmazó műtrágyák. Ama mérgező anyagok közt, amelyek műtrágyákkal kerülhetnek a talajba, felemlítjük a perklórsav sóit (perklorátok) és a rodánammóniumot (ammónium-szulfociánid).

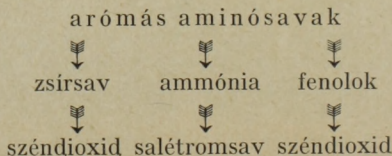
A nyers chilisalétrom tekintélyesebb mennyiségű perklórsavas káliumot (KClO_4) tartalmaz, amely a tisztítási eljárás során a mellékterményekben marad, úgyhogy a tisztított chilisalétrom perklórsavas sókat nem tartalmaz. Mégis előfordult már, hogy perklórsavas sókat tartalmazó chilisalétrom is került forgalomba, amely igen káros hatással volt a veteményekre. Különösen érzékeny a rozs, amely már visszamarad fejlődésében, ha olyan chilisalétrommal trágyázzuk, amely 0.75% perklórsavat tartalmaz csupán. A perklórsavas sók hatására a rozs főlevele összezsugorodik olyan szorosan, hogy a második levél nem tud kifejlődni. A rozs a perklorátokkal szemben annyira érzékeny, hogy még mint utónövény is megérzi őket.

A cukorrépa kevésbé érzékeny, 6% perklórsavas káliumot tartalmazó chilisalétrommal trágyázva azonban sínylődik, 10% a répát is elpusztítja. A perklórsav a talajban nem változik, sokáig megmarad és ezért utóhatása is erős.

A műtrágyául használt kénsavas ammónia is tartalmazhat egy igen heves növényi mérget, ez a rodán-ammónium (KCNS), amely annyira mérgező, hogy már 10 kg egy hektárnyi területen igen károsan hat. A peklórsavas sókkal ellentétben a talajban hamar elbomlik és ártalmatlan anyagokká alakul át.

A talajban keletkező mérgező anyagok. A talaj anyagcseréje is hozhat létre mérgező anyagokat. Ezek a mérgek a szerves kémia birodalmába tartoznak és az ismert esetek száma kevés.

A talaj rendes anyagcseréje folyamán termelődő mérgek közül említsük meg a fenolokat. Fenolok a talajban a fehérje elbomlásakor keletkeznek. A fehérjevegyületek a talajba jutva baktériumok és más apró lények prédájává válnak. Az enyészetnek eme kis munkásai az óriási és bonyolult összetételű fehérjemolekulákat elbontják építőköveikre. Ezek az építőkövek főleg aminosavakból állnak és a talajban tovább bomlanak zsírsavakra és ammóniára. Az aminosavak közt olyanok is vannak, amelyek fenolokat tartalmaznak; ezeknek az aromás aminosavaknak bomlását a következő vázlatos rajzzal ábrázolhatjuk:



Amint az ábrából látjuk, az aromás aminosavak elbomlásakor fenolok is keletkeznek. A fenolok erős mérgek, ezt a sajátságukat fel is használjuk fertőtlenítésre (pl. karbolsav, krezol stb., lásd a 16. fejezetet). A talajban azonban ezek a mérgező anyagok is elbomlanak, bizonyos baktériumok széndioxiddá égetik el őket. Ez az átváltozás olyan gyorsan folyik le, hogy a termőföldben a fenolokat ki sem mutathatjuk, bár elég tekintélyes mennyiségben

keletkeznek, különösen a trágyázott földekben. LIECHTI és MOSER svájci vegyészek becslése szerint 1 hektár földbe 34—83 kg fenol kerül a rendes húgylével való trágyázáskor. Ezt az aránylag nagy mennyiségű fenolt a talajban bizonyos baktériumok igen hamar elégetik széndioxiddá és vízzé. Ilyen fenolokat oxidáló baktériumok jelenlétét először FOWLER, ARDEN és LOCKET mutatták ki 1911-ben, majd néhány évvel később WAGNER R. számos talajlakó baktériumról mutatta ki, hogy képes fenolokat és hasonló összetételű anyagokat elégetni. Legújabban SEN GUPTA N. N. indiai kutató tanulmányozta ezt a folyamatot és világitotta meg annak egyes részleteit.

Több amerikai kutató, WHITNEY, CAMERON és SCHREINER a század elején terméketlen talajok vizsgálata közben e talajokból vizes kivonatot készítettek. Ebben a vizes kivonatban tenyésztve a növények nem díszlettek, ha azonban az ilyen mérgező kivonatot mésszel, szénnel vagy jó termőfölddel összerázták, elvesztette mérgező sajátosságait. Ennek okát kutatva, SCHREINER és munkatársai a talajból több olyan anyagot vontak ki, amelyek a növényekre igen károsak. Ilyen anyag a dihidroxiszteárin-sav, amelyet SCHREINER az általa megvizsgált terméketlen talajokban mindig megtalált. A dihidroxiszteárin-sav vizes tenyészetekben a növényekre igen mérgezően hat. Ez az anyag közbeeső terméke a zsírok elbomlásának, de csak oxigén hiányában, rosszul szellőzött talajokban halmozódhat fel. Jól szellőzött földekben a talaj mikróbái tovább bontják. Jól szellőzött és elég meszet tartalmazó talajokban ilyen oldható mérgező anyagok nem keletkeznek, legalább is erre semmilyen bizonyítékunk sincs.

Mérgek a gyomirtás szolgálatában. A talajművelésnek egyik nem mindig könnyű, de érdekes feladata a gyomirtás. A gyomok, amely gyűjtőnéven mindazokat a növényeket értjük, amelyek kultúrnövényeink közt előfordulva, azok termését csökkentik vagy a kultúrák szépségét rontják, sok esetben eredményesen

kiírthatók, úgy, hogy a talajba olyan vegyi anyagokat juttatunk, amelyek a talajt a gyomnövény számára valóssággal megmérgezik. A magasabbrendű növények érzékenysége bizonyos mérgekkel szemben nagyon különböző; a különböző növénycsoportok eltérő érzékenységét a gyomirtásra felhasználhatjuk.

Ilyen anyag, amelyet újabban kiterjedten használnak a gyomirtásban, a klórsavas nátrium (nátriumklorát, NaClO_3), egy fehér színű kristályos anyag, amely vízben jól oldódik. A klórsavas nátrium a növény földalatti részeit elroncsolja, hatását elősegíti az a körülmény, hogy a talajban mélyre lejut, ellentétben más gyomirtókkal, amelyeket már a talaj legfelső részeiben megkötnek a talaj agyagos részei. Ezért jól használható a gabonaföldek két nagyon kellemetlen gyomnövénye, a tarackbúza (*Agropyron repens*) és az acat (*Cirsium arvense*) ellen. Elszórható télen a felszántott tarlóra, 200 kg 1 hektárra; ez a mennyiség a tavaszi vetésekre ártalmatlan. Használható oldatban is, 10—15 hl 10%-os oldat egy hektárra, amelynek legcélszerűbb alkalmazási ideje akkor van, amikor az acat virágzani kezd.

Nagyobb töménységben a klórsavas nátrium az összes növényeket elpusztítja. Ezt a sajátságát felhasználhatjuk utak, teniszpályák, vasúti sínek növényzettől mentesen való tartására. Erre a célra 7—15 dekagrammot hintenek 1 négyzetméterre, vagy ezt a mennyiséget megfelelő mennyiségű vízben oldva, a területet az oldattal megöntözik. Ez a mennyiség hosszabb időre elpusztítja az összes növényzetet. Igen esős időben az eljárást esetleg 2—3 hónap múlva meg kell ismételni, rendes körülmények közt azonban egyszeri alkalmazása egy egész esztendőre kihat. Bokros növényzet, pl. hamvasszeder bokrok kiirtására még erősebb adagok szükségesek, ilyenkor 20—25 dekagrammot kell adni 1 négyzetméterre.

A klórsavas nátrium hatása azon alapszik, hogy a növények földalatti részeinek külső szöveteit megmarja,

eloxidálja. A talajban igen lassan bomlik, különösen alacsonyabb hőmérsékleteken, ezért hatása tartós. A klórsavas nátrium a talaj hasznos mikrobáira is kedvezőtlenül hat nagyobb mennyiségekben, hatása azonban nem tartós. ASLANDER vizsgálatai szerint az ősszel adott gyomirtó a következő év tavaszán semmikép sem korlátozta a talajban az ammónia- és a salétromképződést.

A klórsavas nátriumot Németországban Hedit I. G. néven hozzák forgalomba, évente több ezer tonnát használnak gyomirtásra, legnagyobb fogyasztói a vasútak. Említsük még meg, hogy a klórsavas nátriummal átitatott ruha megszáritva tűzveszélyes, már dörzsölésre is meggyulladhat, ezért az öntözés alkalmával használt ruhaműt a munka befejezése után rögtön ki kell mosni és csak azután szabad megszáritani.

A gyomirtásban legújabban szerepe jutott a cink-szulfátnak (ZnSO_4) is. A cink oldható vegyületei kifejezett növényi mérgek, vizes kulturákban már igen kis mennyiségű cink nagyon mérgezően hat, az egyes növényfajok érzékenysége azonban igen különböző. BAUMANN kísérletei szerint 4·4 mg cinkszulfát 1 liter vízben már elpusztítja a kerti retket, amely különösen érzékeny a cinkkel szemben; 44 mg cinkszulfátot 1 literben tartalmazó tápoldatokban a réti lóhere 16 nap alatt, a baltacim 194 nap múlva pusztult el. A túlelvű fák csemetéi a cinkszulfáttal szemben nagy mértékben érzéketlenek. Talajban a növények lényegesen több cinket bírnak el, mint vizes kulturákban, aminek az az oka, hogy a cinket a talaj agyagos részei erőteljesen elnyelik, ha azonban több oldható cinkvegyület kerül a talajba, mint amennyit a kolloidális részek elnyelni képesek, ez a növényekre mérgezően hat. A mész is enyhíti a cinkvegyületek mérgező hatását, amennyiben azokat elbontja és vízben alig oldódó cinkkarbonáttá alakítja át.

Egyes bányavidékeken a talajokban annyi cink halmozódik fel, hogy a talaj terméketlenné válik. Ilyen talajokon

sajátszerű növényzet él; egyes növényfajok, mint a gálmaibolya (*Viola calaminaria* LEJ.) és egy tarsóka faj, a *Thlaspi calaminare* LEJ. et COURT, csak sok cinket tartalmazó talajon találhatók. E növények hamuja igen sok cinket tartalmaz, a cink az összes hamunak $\frac{1}{5}$ -e is lehet. A cink egyébként kis mennyiségben minden növény hamujában kimutatható, a tülevelűek hamuja pedig mindig bőségesen tartalmaz cinket, élettani szerepéről azonban semmit sem tudunk.

Vizes kulturákban a cink vegyületei serkentőleg sohasem hatnak, a talajban azonban egyes növényeken, különösen tengerin, kis mennyiségű cinkszulfát alkalmazása esetén (1—10 kg pro hektár), határozott serkentést figyeltek meg. Valószínű, hogy ilyenkor a cinkvegyületek a talaj mikrobaíra hatnak serkentőleg: egy gomba, az *Aspergillus niger* esetében a cink serkentő hatását kétségen kívül beigazolták.

A tülevelű fáknak az oldható cinkvegyületekkel szemben való nagyfokú érzéketlenségét legújabban felhasználják gyomirtásra fenyőfélék csemetekertjeiben. Erre a célra 3%-os cinkszulfátoldattal öntözik meg a csemetekert talaját, 1 négyzetméterre mintegy 12 litert használnak el. Ilyen töménységben a cinkszulfát a fenyőmagvak csírázását és a csemeték növekedését nem befolyásolja, a gyomokat pedig úgyszólván teljesen kiirtja.

18. A tápanyagok hiánya.

A növény táplálkozását jellemzi, hogy egyszerű összetételű anyagokból, amelyeket részben a levegőből, részben a talajból vesz fel, maga állítja elő azokat a bonyolódott összetételű vegyületeket, cukrokat, aminosavakat stb., amelyeket a növény tulajdonképeni tápanyagainak tekintünk. Azok az egyszerű összetételű vegyületek, amelyekből a növény a tulajdonképeni tápanyagait elkészíti, a szó szorosabb értelmében véve nem tápanyagok, hanem

esupán a tápanyagok nyersanyagai, mégis elfogadott szokás az, hogy ezeket is tápanyagoknak nevezzük. Ezt a szokást mi is megtartjuk és amikor ebben a fejezetben tápanyagokról beszélünk, azokat az egyszerű összetételű vegyületeket értjük, amelyeket a növény gyökerei segítségével a talajból vesz fel.

Ezeket az anyagokat két csoportba oszthatjuk a szerint, hogy a növény sokat vagy keveset igényel belőlük. Egyes anyagokból, mint amilyenek a n i t r o g é n, a f o s z f o r és a k á l i u m, a növénynek aránylag nagy mennyiségekre van szüksége, annyira, hogy a földművelésnek ezeket az anyagokat trágyák és műtrágyák alakjában állandóan pótolnia kell, ha a talaj termékenységét fenn akarja tartani.

Nélkülözhetetlen nyers anyagai a növénynek a k a l c i u m, a m a g n é z i u m és a k é n is; ezek legtöbbször olyan bőven vannak a talajban, hogy pótlásuk nem szükséges; megesik azonban az is, hogy mesterségesen való pótlásukkal termésünket fokozhatjuk.

A növénynek feltétlenül szüksége van v a s r a is, a szükséges vas mennyisége azonban igen csekély az előbb említett anyagokéhoz képest.

A felsorolt anyagok, továbbá a víz és a levegőből felvett széndioxid a növény tápanyagüzemének nyersanyagai, amelyekből a szó szorosabb értelmében vett tápanyagait készíti.

A felsorolt anyagokon kívül a növény kis mennyiségben sok más anyagot is felvesz a talajból; ezek közt szintén vannak olyanok, amelyek nélkülözhetetlen voltát az újabb kutatások alapján bebizonyítottak kell vennünk, ilyen a m á n g á n, amely minden növényben, a b ó r, amely bizonyos növényekben játszik életbevágó szerepet. Más kis mennyiségben felvett anyagok a k l ó r, a j ó d, a f l u ó r, a r é z, a z a l u m i n i u m, a c i n k, a k o b a l t, a n i k k e l és még sok más; ezekről nem tudjuk még, hogy lényeges szerepet játszanak-e, vagy

csupán mellékesen veszi fel őket a növény a többi tápanyagokkal együtt.

Ebben a fejezetben csupán a nitrogénnek, a foszfornak és a kálinak szerepével foglalkozunk, mert hiányuk igen gyakran befolyásolja a talaj termékenységet. A többi tápanyag szerepével már több helyen foglalkoztunk volt, így a kalcium, a magnézium szerepéről a 4. fejezetben, a vas és a kén szerepéről a 9. fejezetben volt szó.

A nitrogén, foszfor, vagy káli teljes hiányával a természetben sohasem találkozunk; annál gyakoribb azonban az az eset, hogy e tápanyagok olyan kis mennyiségben vannak jelen, hogy pótlásuk a termést lényegesen fokozza. Gyakran mind a három anyagot kell pótolni, míg máskor csupán kettőnek, vagy egynek pótlása jár eredménnyel.

Lássuk azt, miként nyilvánul meg e tápanyagok hiánya. Általában véve, ha az egyébként kedvező körülmények közt élő növény csak kevés tápanyaghoz jut, a tápanyagok azonban megfelelő arányban vannak jelen (harmonikus ellátás), a növény fejlődése a tápanyagok mennyiségével arányos. A szűkösen ellátott növények törpék, de minden életműködésüket zavartalanul végzik el. A tápanyaghiány miatt eltörpült mustár például virít és magot is hoz, még akkor is, ha a tápanyagok szűkössége miatt 2 cm-nyire nőtt csak meg. Ha azonban a szűkösen kapott tápanyag összetétele nem megfelelő, a növény életében súlyos zavarok állnak be, amelyek elpusztulására vezetnek.

Térjünk most át arra a kérdésre, hogy e három tápanyag miként befolyásolja a növény életét.

Lássuk először a *nitrogén* szerepét. A nitrogén a növény élő anyagának, a plazmának alkotórésze, a plazmát alkotó fehérjék átlag 15—17% nitrogént tartalmaznak. Nagy termések elérésére nagy mennyiségű nitrogénre van szükség. Egy közepes búzatermés (15 hl szem 1 ha-on) 38 kg nitrogént vesz fel a talajból, egy jó cukorrépatermés (400 mm 1 ha-on) 160 kg-ot, egy jó lucernatermés (100 mm széna 1 ha-on) pedig 200 kg-ot.

A nitrogént a növény a talajból ammónia vagy salétrom alakjában veszi fel. Nincs több olyan növényi tápanyag, amelynek hiánya olyan feltűnően mutatkoznék a növény külső megjelenésében, mint a nitrogéné. Egyik sem mutat trágyázás után olyan gyors és jól látható hatást és egyik sem hat fölöslegben olyan károsan, mint ez az anyag, amelyet a növény osterának is neveztek el.

A növekedő nitrogénadagoknak a növényre való hatását behatóan tanulmányozták olyan módon, hogy növényeket tiszta homokban tenyésztettek, a homokot kellőképpen ellátták az összes növényi tápanyagokkal, csupán a nitrogénellátás volt eltérő az egyes edényekben. Ezekből a kísérletekből kiderült, hogy a nitrogénhiányban szenvedő növény alacsony marad, levelének egész felszíne sárgászöld színű.

A nitrogénhiány okozta sárgaság rögtön elmúlik, ha a növény nitrogénellátását növeljük, ilyenkor a sárgászöld levelek színe üde zölddé válik, a növény erőre kap és hajtásai erőteljesek. Ha még fokozzuk a nitrogénellátást, nagy, sötétzöldszínű leveleket kapunk, amelyek gyakran nagyon lágy szerkezetűek és lében dúsak; az ilyen lágy szerkezetű leveleket könnyen támadják meg a betegségeket okozó gombák és állati kártevők.

A bőséges nitrogénellátás feltűnően késlelteti a virágzás bekövetkeztét és az érés idejét. Azok a növények, amelyek sok nitrogénhez jutnak, tovább maradnak zöldek, mint azok, amelyek kevesebbet kapnak.

A nitrogénhiány jelei és a növekedő nitrogénadagok okozta tünetek minden növényen egyformán nyilvánulnak meg; a termésre való hatásuk azonban a különböző növényeken eltérő módon mutatkozhat, aminek oka a növények eltérő berendezése és életmódja. Ennek bizonyítására szolgáljon az alábbi táblázat, amely három gazdasági növény viselkedését tünteti fel növekedő nitrogénadagok hatására (a rothamstedi kísérleti állomás adatai, a számok 1 angol holdra (= 0.4 ha) vonatkoznak, bővebb

adatok RUSSELL E. J.-nek az irodalmi jegyzékben fel-
említett munkájában találhatók).

Nitrogén a trágyában kg	Búza-		Nitrogén a trágyában kg	Tarlórépa		Nitrogén a trágyában kg	Takarmányrépa	
	szalma q	szem q		gyökér q	levél q		gyökér q	levél q
nem kapott	4·8	8·3	nem kapott	82·7	27·3	nem kapott	53·3	11·5
20	7·5	13·6	20	100·0	43·4	40	181·0	38·4
40	9·8	19·3	60	103·5	62·1	60	297·0	62·8
60	10·2	21·6						
80	10·3	23·6						

A nitrogénellátás növekedésével a búza tülök szára és levelet fejleszt, a szalmatermés ennél fogva nagyobb arányban növekszik, mint a szemtermés; a tarlórépa a bőséges nitrogénellátás hatására nagy mennyiségű levelet hajt, a növény rövid tenyészeti ideje miatt a gyökér fejlődése nem követheti a levelek fejlődését; a hosszú tenyész-



1.

2.

3.

4.



5.

6.

7.

8.

53. kép. A tápanyaghiány jelei almafán. 1. és 8. = teljes tápláló oldat, 2. = nitrogén nélkül, 3. = káli nélkül, 4. = foszfor nélkül, 5. = kalcium nélkül, 6. = magnézium nélkül, 7. = tiszta esővíz. Az összes hajtásokat előző télen a törzsre visszametszették, a nitrogént és foszfort nem tartalmazó (2., 4., és 7.) tápoldatokkal táplált fák új hajtást nem hoztak, káli hiányában a hajtások levelei idő előtt elpusztultak (WALLACE nyomán).

szeti idejű takarmányrépa esetében a levél- és a répatermés arányosan növekednek a nitrogénellátás fokozásával.

A gyümölcsfák életében is rendkívül fontos szerepet játszik a nitrogén; a növekedést és a gyümölcsözést elsősorban a fák nitrogénnel való ellátása szabályozza.

A nitrogénhiányban szenvedő gyümölcsfák levelei hamarosan lehullanak, a fák oldalrügyei elhálnak, emiatt a hajtások megkopaszodnak; a gyümölcs színe is megváltozik, egyes almák, amelyek rendesen zöldek, éggő piros színűek lesznek, mások egészen halványak; a gyökér fejlődése is gyenge (53. kép).

Túl bőséges vagy késői nitrogéntrágyázás esetén a fák ősssel későn szüntetik be növekedésüket, a levelek sokáig maradnak a fán, a keményítőtartalék felhalmozódása tökéletlen, az érés késik, a gyümölcs szintelen, lágyhúsú, vizenyős, nem tartható el.

Rendkívül fontos szerepet játszik a növény életében a foszfor is. A foszfor igen fontos fehérjevegyületek, a sejtmag anyagát alkotó nukleoproteidok alkotórésze. A növény nagyobb mennyiségben halmozza fel a termében, mint egyéb részeiben, így pl. a búzamag hamujában 44% foszfor, a szalma hamujában csak 5% foszfor van. A talajból felvett foszformennyiségek nagyok, ha nem is érik el a nitrogénnél látott értékeket. Tájékozódásul megemlíthetjük, hogy egy közepes búzatermés 16 kg foszfort, egy jó répatermés 60 kg-ot, egy lucernatermés 51 kg-ot és egy jó káposztatermés 117 kg-ot vesz ki a talajból, egy hektárnyi területen.

A növény a foszfort mindig a foszforsavnak valamely oldható sója alakjában veszi fel.

A foszfor hiánya nem jár olyan szembeötlő tünetekkel, mint a nitrogén hiánya. Teljes foszforhiány esetében a növény nem él meg; szűkös ellátáskor a növény összes életjelenségeit a rendelkezésére álló foszfor mennyiségéhez szabja; növekedése normális és termést is hoz, az egész növekedés azonban törpe és a termés megfelelően alacsony. Halken esetben fokozzuk a foszforral való ellátást, a növekedés tág határok közt arányos marad a foszforellátással.

Szűkös foszforellátás mellett a növények gyökerei gyengén fejlődnek, bőséges ellátás esetén elsősorban a gyökérrendszer erősödik meg, ami a növény további fejlődésére igen előnyös, különösen szárazabb éghajlatú vidékeken, ahol nagyon kívánatos, hogy a gyökerek minél hamarabb jussanak le a mélyebb és nedvesebb rétegekbe.

A levelek színén a foszfor hiánya nem mutatkozik olyan feltűnően, mint a nitrogén hiánya; a levelek zöldje szürkés árnyalatot vehet fel, foszforéhségben szenvedő almafáknál

gyakran sajátságos bronzsínű leveleket láthatunk, amelyek főleg a hajtások végén ülnek, mert az oldalhajtások elpusztulnak. Istállótrágyával trágyázott földeken gyakran megesis az, hogy a nitrogénhez képest nem jut elegendő foszfor a talajba, az istállótrágya ugyanis jóval kevesebb foszfort tartalmaz, mint nitrogént; az istállótrágya foszforhiánya különösen nagy, ha a készítésében szereplő növények foszforban szegény talajon termettek; a tejelő tehenek és a növendékállatok is foszforban szegény trágyát adnak. Ilyen esetekben a növények a nitrogén-főlösleg jeleit mutatják, leveleik sötétzöldek és nagyok, a sötétzöld színeződés ilyenkor egyszersmind a foszforhiány első jele is (54. kép).

A foszforsav sói feltűnően siettetik az érés jelenségeit. Ennek a tulajdonságuknak különösen ott nagy a jelentősége, ahol a növényeket bőséges nitrogénellátással a termések fokozására bírjuk; ilyen esetekben a nitrogén érést-késleltető hatását foszforsavas trágyákkal lényegesen ellensúlyozhatjuk és rendes időben beérő nagy terméseket kaphatunk.

A foszfor hiánya sokszor a termés minőségében jut kifejezésre. Franciaországban kimutatták, hogy a borok minősége egyenes arányban van azok foszfortartalmával; a foszforban szegény talajon termett fűvön élő állatok a foszforhiány következtében sajátságos megbetegedésekbe esnek.

Igen fontos nyersanyaga a növény tápanyagüzemének a kálium is. A növények által felvett kálium mennyisége nagy, a felvett nitrogén mennyiségét is meghaladhatja. Összehasonlítás céljaira álljanak itt a következő adatok: egy közepes búzatermés felvesz a talajból 20 kg kálit, egy jó répatermés ellenben 180 kg-ot, egy jó lucerna-termés 152 kg-ot, egy jó káposztatermés 240 kg-ot egy hektárnyi területen.

A kálium a növényben a széndioxid áthasonításában játszik lényeges szerepet. A zöldnövény áthasonítóképes-



54. kép. Foszforhiány okozta foltok dohánylevélen (JOHNSON nyomán).

sége lényegesen függ a növény káliummal való ellátásától. Káliuméhség esetén a levélnek egy adott nagyságú felülete lényegesen kevesebb cukrot készít, mint kálival bőven való ellátás esetén. Ebben a tekintetben a kálium hatása kiegészíti a nitrogén hatását, a nitrogén hatására a levél

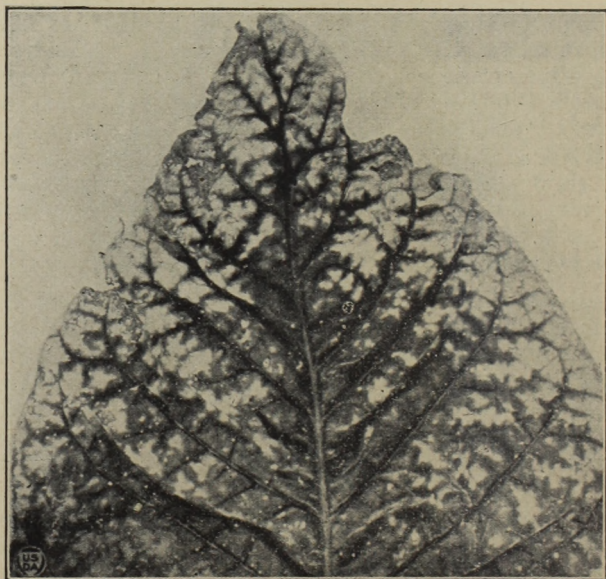
felülete nagyobb lesz, megnövekszik a cukrot gyártó készülék, de ugyanaz a terület nem termel több cukrot. Ezért a káliéhség hatása a növényre a nitrogénellátástól függ és másképp nyilvánul meg szűkös vagy bőséges nitrogénellátás esetén.

Szűkös nitrogénellátással a levelek kicsinyek és kevés szénhidrátot készítenek, a nitrogén és a szénhidrátok viszonya azonban normális értékű. Ilyen körülmények között a növény rendesen fejlődik, növekedése azonban törpe, leveleinek színe szürkészöld, a levelek idő előtt elhalnak, az elhalás először a levél csúcsán mutatkozik, majd a külső szegélyen folytatódik (55. kép), egyébként a növényen nem látunk feltűnőbb tüneteket a termés beéréséig, a termés alacsony, a kalászosok magvai aprók és könnyűek.

Bőséges nitrogénellátással a növény sok nitrogént vesz fel; levelei nagyok, de a kálihiány következtében aránylag kevésbé hatásosak, mint áthasonító szervek, ennek következtében a termelt szénhidrátok mennyisége kevés a jelenlevő nitrogén mennyiségéhez képest. Ilyen körülmények közt a nitrogénfőlösleg kellemetlen tünetei nyilvánulnak meg, amelyek megszűnnek, ha a növényt elegendő káliummal látjuk el. A bőséges nitrogénellátás tehát csak akkor érvényesülhet, ha a növény megfelelő mennyiségű káliumot is kap. A nitrogénnel bőségesen ellátott növényeket káliummal is bőségesen kell ellátnunk, különben a nitrogén-főlösleg káros hatása érvényesül. Az istállótrágya jó hatása sokszor arra vezethető vissza, hogy nitrogén- és kálitartalma közelítőleg egyforma.

A káliumnak az asszimilációra gyakorolt kedvező hatásával függ össze az a rendkívül sok esetben megfigyelt körülmény is, hogy a káliummal bőségesen ellátott növények jobban bírják az időjárás viszontagságait és jobban állnak ellen a növényi kártevők pusztításainak, mint a káli-
val szűkösen ellátott növények.

Érdekes hatásuk van a káliműtrágyáknak a füves területek növényzetének összetételére. Ha valamilyen gyepet egyoldalúan trágyázunk nitrogénnel, a fűvek hatalmasodnak el; míg ha nitrogént nem adunk, ellenben



55. kép. Káliéhség jelei dohánylevélen (JOHNSON nyomán).

bőségesen juttatunk káliumot a gyepnek, a pillangós virágú növények (herefélék) hatalmasodnak el és elnyomják a többi növényeket.

Ezt a jelenséget szépen mutatják az alábbi táblázat adatai, amely a rothamstedi kísérleti állomás adatait foglalja össze.

A szénatermés növekedése és összetételének megváltozása különböző műtrágyák hatására.

Parcella száma	Szénatermés q 1 ha-n	A széna összetétele		
		fűvek ‰	pillangós virágú növények ‰	gyomok ‰
3. Trágyázatlan	27	34	8	58
4-1. Szuperfoszfát	29	54	15	31
7. Szuperfoszfát és káli .	51	20	55	25
1. Csak nitrogén	43	78	1	21
9. Nitrogén, foszfor és káli	69	91	1	8
11. Ugyanaz, de dupla nitrogén	84	99	—	1

A káliumnak ez a feltűnő hatása a pillangós virágú növényekre szintén az asszimilációt kedvezően befolyásoló hatásával magyarázható. A kálival bőven ellátott pillangós virágú növények bőven termelnek cukrot, amellyel bőségesen látják el a gyökereiken élő nitrogént áthasonító baktériumokat, amelyek viszont az anyanövényt látják el bőségesen a nitrogénáthasonítás termékeivel, amelyeket a növény fehérjévé dolgoz fel. A pillangós virágú növény ilyen módon teljesen függetlenné válik a talaj kötött nitrogénkészletétől és nagy előnybe jut a fűvekkel szemben, amelyek nitrogénszükségletüket csak a talaj készleteiből meríthetik. A bőségesen asszimiláló pillangós virágú növények nagy mennyiségű tartaléktápanyagot is raktároznak gyökereikben, ami áttelelésük esélyeit emeli.

A kálium a növény vízzel való ellátását is kedvezően befolyásolja, a kálival bőségesen ellátott növény levelei tovább maradnak zöldek és jobban bírják a szárazságot, mint a szűkösen ellátott növények.

Fölös mennyiségben a káliumvegyületek káros hatást is fejthetnek ki, amely különösen a kalászosok esetében mutatkozik és a termés csökkenésében nyilvánul meg.

A növény külső megjelenése és a tápanyaghiány vagy bőség közti összefüggések. Az elmondottak meggyőzőhettek arról, hogy a növények külső megjelenése és egyes tápanyagokkal való hiányos vagy túlbő ellátásuk közt határozott összefüggéseket lehet megállapítani.

Minden növénytermelési kísérleti állomás bőven rendelkezik ilyen adatokkal; különösen értékesek azok, amelyeket az immár 80 esztendő óta visszatekintő rothamstedi kísérleti állomáson gyűjtöttek az összes gazdasági növényekre nézve; a bernburgi (Németország, Anhalt tartomány) kísérleti állomás a cukorrépára vonatkozó igen értékes adatokat közölt színes fényképek alakjában; a gyümölcsfákra nézve a bristoli egyetemhez tartozó longashtoni (Anglia) gyümölcsészeti kísérleti állomáson WALLACE T. végzett nagyszabású éheztetési kísérleteket. Mindezek eredményeit RUSSEL E. J. a rothamstedi kísérleti állomás igazgatója az alábbi táblázatban foglalta össze:

Leveleken észlelhető tünetek:

I. Apró, gyengén fejlett levelek: A levél színe:

1. Törpenövények.	Sárgás:	nitrogénhiány.
	Szürkés:	foszfor v. kálihiány.
	Szürkészöld:	vízhiány, oldható sók fölöslege stb.

2. Magas, felnyurgult növények:	fényhiány a talaj közelében,
	túlszorosan ültetett növények.

3. Gyümölcsfák. Sárga, narancsszínű v. vöröses, rendszeren vöröses foltokkal : nitrogénhiány.

Tompa bíbor, amely bronzszínűvé változik, gyakran bíbor vagy barnás foltokkal: foszforhiány.

Tompazöld, a levél széle elhalt : kálihiány.

II. Rendes nagyságú A levél egész felülete sárga, levelek. egyformán sárga : vashiány, mészfölösleg.
(Klorózis.)

A levélen sárga foltok, amelyek a közép felől a szélek felé terjednek: túl-lúgos talaj; kénhiány (dohány-nál).

A levél elsárgul, később a levél csúcsa és szélei elhalnak : magnéziumhiány; káliumhiány (gabonafélék, paradicsom, gyümölcsfák).

A levél sárgulása és elhalása a főértől indul ki : nitrogénhiány.

A levélen egyes nagyobb foltok. Barna elhalt foltok (gyümölcsfák levelein): káliumhiány.

Barna foltok főleg a levél közepén : magnéziumhiány.

Időelőtti lombhullás: káliumhiány,¹⁾ magnéziumhiány, nitrogénhiány, foszforhiány.

¹⁾ WALLACE megfigyelései szerint a káliumhiány következtében beálló korai levélhullás a hajtás csúcsán kezdődik és innen halad lefelé, úgyhogy az idősebb levelek tovább maradnak meg. A más tápanyagok hiánya miatt történő levélhullás a hajtás alján kezdődik, az idősebb levelek előbb hullanak le,

III. Nagy, sötétzöld
levelek és erős haj-
tások :

nitrogénbőség.

Sötétzöld levelek, a
melyek fodrosodásra
hajlamosak :

viszonylagos kálium-
hiány (a nitrogén-
hez viszonyítva).

IV. A gyp foltos
megjelenésű, egyes
helyeken sötétzöld,
másutt világos :

talajsavanyúság.

Gyökereken észlelhető jelek :

A gyökér erősen elnyomorodott : talajsavanyúság, kalcium- vagy foszforhiány, rossz szellőződés, túlsok víz.

Gyümölcsökön észlelhető jelek :

A gyümölcs :

fényespiros (alma)

nitrogénhiány.

foltos (paradicsom), éretlen

káliumhiány.

kinézésű

sárgás (klorotikus)

nitrogén- vagy vashiány.

tompá bronzsínű

foszforhiány.

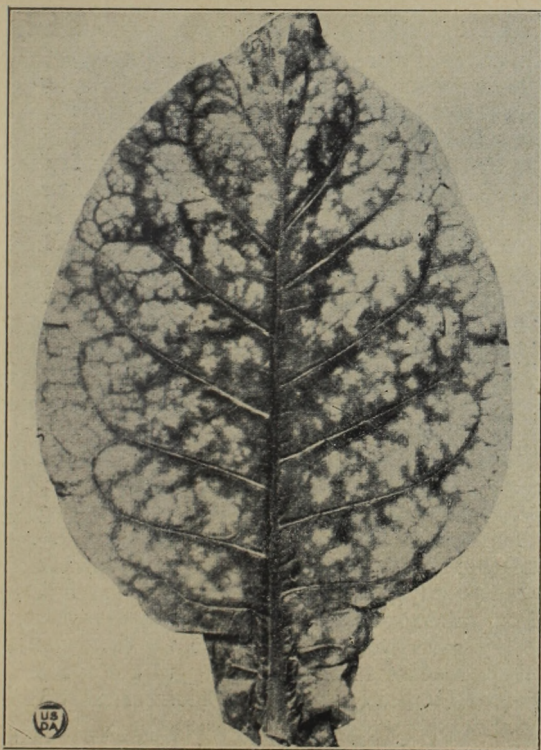
Kalászosok termésein észlelhető jelek :

Későiérés :

vízfőlösleg ; nitrogénfőlösleg ;
foszforhiány.

A szem egyáltalán nem érik be : nagyfokú káliumhiány.

A foszfor- és káliszükséglet megállapítása a talaj vegyi összetételéből. A növénytermesztés problémái iránt érdeklődő vegyészek már régóta foglalkoznak azzal a kérdéssel, hogy meg lehet-e állapítani a vegyi vizsgálat adataiból azt, hogy foszfor- vagy káliműtrágyák használatával a termés fokozható-e. Ezek a törekvések mintegy száz esz-



56. kép. Magnéziumhiány okozta levélsárgulás dohányon
(JOHNSON nyomán).

tendős multra tekintenek vissza. A mult század negyvenes éveiben egy oxfordi tanár, DAUBENY, rámutatott arra, hogy valamely talajban a kémiai elemzés igen sok foszfort mutathat ki, lényegesen többet, mint amennyit a termés a talajból kivesz és mégis ahhoz, hogy kielégítő termést

kapjunk, a talajba még kell foszfort adnunk, még pedig olyan vegyület alakjában, amelyet a növény gyökerei fel tudnak venni. Így pl. egy közepes répatermés egy hektárnyi földből mintegy 40 kg foszfort vesz fel, a kémiai elemzés szerint egy adott esetben a talajban 4000 kg, vagyis 100 termésre elegendő foszfor volt, ez a talaj azonban csak akkor adott kielégítő répatermést, ha mintegy 60 kg foszfort kapott műtrágya alakjában. Ilyen megfigyelések DAUBENY-t arra a feltevésre készítették, hogy a talajban a foszforsavas vegyületeknek csak kis része van olyan állapotban, amelyben a növény gyökerei felvehetik, *ez a tevékeny foszfor*. A foszforsavkészlet nagyobb része *alvó*, vagyis olyan állapotban van, amelyben a gyökerek felvenni nem tudják. A műtrágyában adott foszforsav tevékeny állapotú, a talajban is van tevékeny foszforsav, ennek a mennyisége azonban gyakran olyan kevés, hogy nem elegendő egy kielégítő termés igényeinek fedezésére. A hiányzó mennyiséget ilyenkor pótolni kell. DAUBENY megkísérelte a tevékeny foszfor mennyiségének megállapítását a kémiai elemzés segítségével. Abból a gondolatból indult ki, hogy a növények gyökerei a talajból csak oldott anyagokat tudnak felvenni, a talajban szén-savat tartalmazó víz van, ez oldja a tápanyagokat. Ezért ő a talajt szénsavas vízzel rázta össze és megállapította azt, hogy mennyi foszforsavas vegyület oldódott fel. Az így kapott számérték a felvehető foszfor mértékéül szolgálhat.

DAUBENY gondolatmenetét követve, az eljárások egész sorozatát dolgozták ki a felvehető foszforsav mennyiségének megállapítására, később ezeket az eljárásokat a felvehető kálium meghatározására is kiterjesztették.

Az így kapott számok azonban egymagukban még nem mondanak semmit. A növények a felvehető foszforsavnak és káliumnak csak egy részét veszik fel, hogy mennyit, az több körülménytől függ, így elsősorban az egyéb tápanyagok mennyiségétől és a talaj reakciójától. Az egyes

növények is igen különbözően viselkednek, némelyek a talaj készleteit jól, mások kevésbbé jól használják ki. Igen jól használják ki az aránylag nehezen oldható foszforsavas vegyületeket pl. a lucerna, a káposzta és a répa, míg a kalászosok és a burgonya jóval kisebb mértékben tudják kihasználni.

Ezért, ha az elemzés nyújtotta számértékekből hasznos következtetéseket akarunk vonni, meg kell előbb állapítanunk e számok jelentőségét. Ezt úgy végezzük, hogy összevetjük az elemzés nyújtotta adatokat a szabad földön vagy edényekben végzett műtrágyázási kísérletek eredményeivel. Ha elég nagy számú ilyen adattal rendelkezünk, akkor az elemzés számértékeiből meglehetősen biztonsággal következtethetünk arra, hogy adott esetben a foszfor- vagy káliműtrágyának lesz-e terméstfokozó hatása.

Magyarországon a talaj felvehető foszforkészletének meghatározására főleg a 'Sigmond-féle eljárást használjuk. Ilyenkor oldószerül híg salétromsav szolgál, amelyből annyit veszünk, hogy az oldódás befejezte után az oldószer töménysége bizonyos határok közt legyen. A talajban lévő lúgos természetű anyagok a sav egy részét elhasználják, erre az oldásnál tekintettel vagyunk, ami nagy haladás a többi eljárással szemben, mert a foszforsavas vegyületek oldhatósága nagy mértékben függ a jelenlévő lúgos anyagok mennyiségétől, sőt természetétől is. Minél nagyobb a talajnak „lúgossági foka“, annál magasabb az a határszám, amelyen túl már foszforszükséglet nem valószínű.¹⁾

A 'Sigmond-féle eljárás határértékei a következők :

Ha talaj 0.075—0.080% könnyen oldható foszfort (P_2O_5) tartalmaz, foszforszükséglete nincs, tekintet nélkül a lúgossági fokra.

Azok a talajok, amelyekben 0.075—0.080%-nál kevesebb a foszfor-sav, öt alcsoportba oszthatók :

¹⁾ V. ö. 'SIGMOND ELEK : A könnyen átsajátítható phosphorsav jelentősége és meghatározása talajaink trágyaszükséglete céljából. Kiadta a Magyar Tud. Akadémia, 1906.

Lugossági fok		Oldható foszfor	
1.	200—300 mg salétromsav	maximálisan	0·006%
2.	300—600 „ „	„	0·030%
3.	600—900 „ „	„	0·045%
4.	900—4000 „ „	„	0·060%
5.	4000 fölött „ „	„	0·070%

Ezek a számok elsősorban a kalászos növények esetében érvényesek, mert azok a szabadföldi és edénykísérletek, amelyekkel a határszámok értelmét megállapították, kalászosokkal végeztettek.

A 'Sigmond-féle eljárást legújabban BECKER a kálium-szükséglet megállapítására is alkalmazta és a következő határszámokat állapította meg: ha 15 mg-nál kevesebb kálium oldódott 100 gr talajból, a talaj káliumszegény, 30 mg felett a kalászosoknál, 50 mg esetén pedig a répa-félék termelésénél a kálitrágyák alkalmazásától hatást nem várhatunk.

Teljes biztonsággal feleletet arra a kérdésre, hogy valamely adott talajon a foszfor- és kálitrágyáknak lesz-e termést-fokozó hatásuk, csak a szabadföldön végzett műtrágyázási kísérlet ad, ez azonban egy egész tenyészeti időt igényel, míg a 'Sigmond—Becker-féle eljárással már néhány nap elteltével kaphatunk olyan feleletet, amely nagy valószínűséggel be is válik.

IRODALOM.

A talajtan iránt érdeklődők az alábbi művekben találhatnak bővebb felvilágosításokat az ebben a könyvben ismertetett talajtani problémákról:

BALLENEGGER RÓBERT: A termőföld. Budapest, 1921.

'SIGMOND ELEK: A hazai szikesek és megjavítási módjaik. Budapest, 1923.

VÁGI ISTVÁN és FEHÉR DÁNIEL: A talajtan elemei. Sopron, 1931.

Az öntözés kérdését kimerítően tárgyalja a m. kir. földművelésügyi minisztérium kiadásában megjelent „Az öntözésről” (1931) és „Újabb tanulmányok az öntözésről” (1933) című két munka.

A német irodalomban elsősorban a BLANCK E. által szerkesztett Handbuch der Bodenlehre (Berlin, 1929—1932) című nagy munkát említjük fel, amelynek 10 kötete a talajtan összes kérdéseiről nyújt kimerítő ismertetést.

A gazdag angol nyelvű irodalomból RUSSEL E. J. Soil conditions and plant growth (London, VI. kiadás, 1932) című összefoglaló munkáját és WAKSMAN: Principles of soil microbiology (Baltimore, 1927) című nagy művét említjük fel, amelyekből az egyes kérdések egész irodalma is kivethető.

BETŰRENDES TÁRGYMUTATÓ.

A

agyag 9, 13
 agyagos talaj 17, 19, 28, 30
 alagcsövezés 85
 alma 105
 aluminiumszulfát 72
 arzén 157
 azalea 33, 43, 52
 árnyékolás 80

B

baktériumok 110
 bázisfelvétel 11
 birs 106
 bőr 131, 162
 burgonya varasodása 47, 112

C

cheshunti keverék 149
 cinkszulfát 169
 cserepes növények pusztulása 88
 cseresznye 107
 csillagfürt 56
 csirázás 83, 89

D

digózás 62
 dihidroxisztearinsav 167
 dió 109
 drainage 85
 dry farming 80

E

erica 52, 139

F

fajhő, talaj — je 93
 fák, túlmélyre ültetett — 86
 fasorok, utcai — 88
 fenolok 166
 fenyérföld 32
 filloxéra 150
 fonálférgek 117, 150
 formaldehid 147
 foszfor 176
 foszforhiány 176, 182, 183, 184
 foszforszükséglet 184

G

gazdasági növények reakcióigényei 41
 gerinctelen állatok 116
 gesztenye 57, 109
 giliszták 119
 gipszezés 68
 gombák 113
 gyepterületi barnafoltosság 149
 gyepterületi összetétele 180
 gyepterületi föld 33
 gyomirtás 160, 167
 gyökérgolyva 112
 gyökérlakó baktérium 128
 gyökérszörők 95

H

hagymaüszög 148
 hamvas szeder 110
 hedit 169
 heideerde 32

hengerelés 81
 hidrangea 44
 hidrogén-ionok 16, 35
 hidroxil-ionok 35
 higanyvegyületek 149
 homok 7, 28
 homokos talaj 19, 30
 humusz 18, 19, 21, 28, 59
 humuszszemek 31

I

istállótrágya 21, 124, 125
 iszapolás 7

K

kajszibarack 106
 kalcium 50
 kalciumagyag 13, 54
 káliéhség 179, 182, 183, 184
 káliszükséglet 184
 kálium 177
 káposztavész 48
 kartinövények reakcióigényei 43
 kénhiány 183
 kénsav 71
 kénsav-gyök 70
 klorózis l. sárgaság
 klórsavas nátrium 168
 koagulálás 10
 kolloid sajátosságok 9
 komposzt 26
 komposztföld 34
 körte 106
 köszméte 110
 kőliszt 8
 krezilsav 151

L

láp föld 32
 levegő összetétele 84
 levegőhiány 82, 99
 légsere 84

lombföld 33
 lóhere gipszezése 69
 lugosság 35, 52

M

magnézium mérgező hatása 58
 magnéziumhiány 183
 málna 109
 mandula 106
 mangánhiány 60
 márga 61, 62
 márgázás 63
 márgabetegség 57
 melegágy 95
 meggy 108
 meszet kerülő növények 52
 meszezés 46, 60
 mész 30, 50, 52, 63
 mész, égetett- 62
 mész, oltott- 62
 mészfölösleg 183
 mésziszap 61, 62
 mész-káli törvény 56
 mészkő 61
 mésztufa 61
 mikoriza 137
 moorerde 32
 morzsás szerkezet 20

N

nátriumagyag 13
 nátriumklorát 168
 nátriumsók 155
 nematódák l. fonálférgek
 nitrogén 29, 172
 nitrogénbőség 173, 184
 nitrogénhiány gyümölcsfáknál 175
 nitrogénhiány 173, 182, 183, 184

O

orchidea 43, 52
 orchideák beoltása 138

Ö

öntözés 81
 őszibarack 106
 őszibarack-fűrőbogár 151

P

paradiklórbenzol 151
 pálfafélék reakcióigényei 39
 párologtatási hányados 73
 perklorosav 165
 Phoma radiceis 139
 pillangós virágú növények 132, 181
 protozoák 114

R

reakció megállapítása 64
 réz 156
 rhizoctonia 138, 149
 rhodánammónium 166
 rhododendron 33, 43, 52
 ribizke 109

S

sajmeggy 107
 salétrom 29, 53
 savanyúság 35, 184
 sárgaság 55, 58, 173, 183
 serkentés 153
 Sphagnum-mohok 52
 soiltex 64
 sugárgombák 112

Sz

szalmatrágya 22, 23
 szártövi rothadás 47
 széndioxid 82, 83

szénkéneg 149
 szénsav 51
 szilva 108
 szikes talaj 65, 71
 szikjavító akció 66
 szódás talaj 71
 szőlő 109
 szulfát-gyök 70

T

talaj árnyékolása 81
 talaj hőmérséklete 91, 94, 102
 talajfáradtság 142
 talajkihevítés 144
 talajreakció 34
 talajúntság 144
 talajváz 8
 talajvíz 79
 tápanyagok 28
 tompító hatás 45
 tőzeg 26
 tőzegkorpa 32
 trágyaföld 33
 tűlevelű fák 73, 139, 170

V

vakond-drain 85
 vas 58
 vashiány 183, 184
 vasgálic 59, 72
 véglények 114
 vízfőlösleg 184
 vízhiány 182
 vízraktározás 77

Z

zöldtrágyázás 26



1.
5
0